



TITLE:

# インターチェンジの計画と設計に関する研究( Dissertation\_全文 )

AUTHOR(S):

武部, 健一

---

CITATION:

武部, 健一. インターチェンジの計画と設計に関する研究. 京都大学, 1967, 工学博士

ISSUE DATE:

1967-01-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r887>

RIGHT:

# インターチェンジの計画と設計 に関する研究

昭和41年9月

武 部 健 一

# インターチェンジの計画と設計に関する研究

## 第1編 インターチェンジ最適配置論

## 第2編 インターチェンジ型式論

## 第3編 ランプ線形論

## 結 章

## 附 録





## 序

高速道路が日本の産業構造の基盤として定着しようとする今日、高速道路に関する研究は学問的にも社会的にもますます重要性を増すものとなった。わが国の高速道路の歴史は、遠く第二次世界大戦前の昭和15年にさかのぼり、当時調査研究が行なわれた東京〜下関間の自動車道路計画にその緒が求められる。それは戦後昭和26年から始まった東京神戸間高速自動車道路計画へと引継がれ、昭和32年名神高速道路として建設が開始されたが、昭和38年にその開通を見るにおよんで、ようやくいい明期を過ぎ、新しい発展の扉を開こうとしている。

筆者は昭和28年、建設省において東京神戸間高速自動車道路の調査に従事する機会を得て以来、昭和31年日本道路公団が創立されると共にこれに転じて今日に至るまで、終始高速道路の計画、設計の業務に従事して来たが、なかんずく名神高速道路のインターチェンジの計画、設計を担当する機会を得たことを契機として、約10年にわたり高速道路のインターチェンジの研究を続けて来た。インターチェンジは高速道路にとって不可欠な施設であり、象徴的な存在ですらある。交通の出入がインターチェンジのみに制限されていることによって、その配置は高速道路の交通経済的側面を支配し、またそこにおける交通流の複雑な相互干渉現象は、高速道路の交通技術的側面における問題を集中的に表現する。

本研究はこのようなインターチェンジに内在する問題点を追求し、計画から設計を経て実際の運用に至る全過程を通じ、特にこれまで諸外国においても深く追求されていなかった分野に照明を当て、より合理的な計画、設計を得ることを意図したもので、日本道路公団における筆者の10年の研究の成果である。主題を大別して、第1編インターチェンジ最適配置論、第2編インターチェンジ型式論、第3編ランプ線形論とした。

第1編は高速道路の計画の始めの段階で問題となるインターチェンジの配置がいかにあるべきかを、交通の流れを基礎として、計画学的な立場から理論的に追求し、これに基いて実証的な論証を試みたものである。従来、高速道路一般あるいは道路網の立場から交通流を検討し、道路網の最適化を計るという研究は行なわれているが、これをインターチェンジという視点に立って分析した試みは、フランスに一般理論的な研究があるのみで、これを実際の計画に即して実証的に追求したのは本研究を初めとするものである。

第2編はインターチェンジの型式についての研究である。インターチェンジの型式は数多くあるが、これまでは経験的な試行錯誤によって型式が考案され、優劣が論じられて来た。その分類法も、理論的であるよりも、歴史的な発生過程から経験的な立場から行なわれているものが多い。これに対して、本研究ではインターチェンジの構成原理に対する理論的解明を行ないトポロジ理論的な基礎に立って再構成することによって、存在可能なすべての型式を構成する方法論を確立した。またこれに基いて形成した200箇近い型式(このうち約3分の2は本研究において初め

て構成されたものであるが)について、その適用性について論じた。特に重要なものについては、設計の詳細まで分析し、実際の応用に対する実証的な裏付けも追求した。

第3編は、インターチェンジのランプの線形が交通運用に及ぼす影響について多角的な視野から調査と解析を行ない、特にトランペット型インターチェンジにおけるランプ配列の優劣を論じたものである。変速車線などのランプターミナルについては、これまでも数多くの調査研究があるが、ランプ本体の線形や幾何構造を運用面から追求した例は見当らない。特に土地利用の高度なわが国では、限界状況に近い条件でランプ線形を決定する場合が少なくないので、欧州諸国とはまた異った、より厳しい追求が必要とされる分野であるが、これにGSRを主体とする運転者生理反応調査や職業運転手に対するアンケート調査など、新しい方法論も加えて運用の実態を総合的に調査分析した。その結果、従来漠然と論ぜられていたランプ型式の優劣論に実証的な結論を与えることができた。

本研究のとりまとめに当っては、終始京都大学の恩師米谷栄二教授の御指導を賜わった。またその間御援助、御激励を載いた上司の藤森謙一、片平信貴両理事、鈴木溪二、早川精、大塚勝美の各氏、さらに数度にわたり資料の提供とこん切な意見を開陳されたX. D o r s c hならびにJ. E. L e i s c hの両氏に深甚な感謝と敬意を表したい。その他日本道路公団の多くの方々御助力を載いたが、特に第1編の計算を手伝ってくれた宮木健吾、第3編の調査とその解析に協力してくれた木倉正美、および製図や印刷校正の労をわずらわした津田俊治の諸君に対し厚い感謝の意を表明したい。

最後にこの研究がこの分野の学問上ならびに実際上の進歩に貢献する所多ければ幸いとするものである。

昭和41年9月

武 部 健 一

# 目 次

第1編 インターチェンジ最適配置論	3
第1章 概 論	5
1-1 本章の主題と目的	5
1-2 インターチェンジの性格と評価要素	5
1-3 インターチェンジ配置の実証的考察	7
1-3-1 米国におけるインターチェンジ間隔	7
1-3-2 ドイツのアウトバーンのインターチェンジ間隔	9
1-3-3 その他の欧州諸国のインターチェンジ間隔	11
1-3-4 日本におけるインターチェンジ間隔	11
第2章 インターチェンジ配置の経済的評価	14
2-1 本章の主題と目的	14
2-2 最適配置の経済的評価に関する一般的考察	14
2-2-1 インターチェンジ計画の順序付けと限界費用便益比	14
2-2-2 インターチェンジ設置の経済効果	17
2-2-3 交通配分における二、三の問題	19
2-3 インターチェンジの位置と効率	21
2-3-1 概 説	21
2-3-2 インターチェンジ新設による勢力圏の変化と便益	22
2-3-3 インターチェンジの位置と便益	24
2-3-4 単位便益モデルによるインターチェンジの順序付け	29
2-3-5 インターチェンジ効率係数	34
2-4 インターチェンジ設置に必要な交通量	41
2-4-1 費用便益比とその構成	41
2-4-2 限界交通量の算定基礎	42
2-4-3 インターチェンジの間隔、建設費および出入交通量	49
2-5 結 論	53
第3章 インターチェンジ配置の実証的考察	57
3-1 概 説	57
3-2 大都市中間のインターチェンジ配置	58
3-2-1 概 況	58

3-2-2	袋井および菊川インターチェンジの費用便益計算	60
3-2-3	浜松、吉田間に1箇所だけインターチェンジを 建設する場合の費用便益計算	74
3-2-4	浜松、吉田間にインターチェンジを2箇所建設した 場合の費用便益計算	78
3-2-5	総合判定	81
3-3	大都市に対するインターチェンジ配置	82
3-3-1	概況	82
3-3-2	1箇所建設の費用便益計算	83
3-3-3	2箇所建設の費用便益計算	91
3-4	出入交通量と高速道路の都市接近の関係	94
3-4-1	概論	94
3-4-2	経済的均衡	95
3-4-3	沼津インターチェンジにおける実証的検討	99
3-5	結論	102

## 第2編 インターチェンジ型式論

第1章	インターチェンジの歴史的展望	105
1-1	本章の主題と目的	107
1-2	インターチェンジの歴史	107
1-2-1	立体交差構造の発達	107
1-2-2	高速道路の誕生とインターチェンジの発達	108
1-2-3	わが国におけるインターチェンジの発展	111
1-2-4	インターチェンジ幾何構造の発達	113
第2章	インターチェンジの構成原理	119
2-1	本章の主題と目的	119
2-2	インターチェンジの構成の要因分析	119
2-2-1	概説	119
2-2-2	構成要素と組成要因	119
2-2-3	条件要因と評価要因	121
2-3	動線結合の原理	123
2-3-1	概説	123
2-3-2	基本動線結合	123
2-3-3	ターミナル結合	125



2-3-4	ランプ結合	1 2 7
2-4	型式構成とその評価法	1 2 9
2-4-1	概 説	1 2 9
2-4-2	ランプ結合の組合わせ	1 2 9
2-4-3	ランプ結合とターミナル結合の組合わせ	1 3 1
2-4-4	型式構成とその評価	1 3 4
2-5	結 論	1 3 6
第3章	型 式 各 論	1 3 8
3-1	本章の主題と目的	1 3 8
3-2	インターチェンジ型式の分類と構成法	1 3 8
3-2-1	概 説	1 3 8
3-2-2	形式の分類	1 3 8
3-3	点 対 称 型	1 4 2
3-3-1	組合わせ数	1 4 2
3-3-2	ランプ結合の線形的特性	1 4 2
3-3-3	点対称型式各論	1 5 1
3-3-4	本線交換型	1 6 6
3-3-5	点対称型式の特性 —— 要約 ——	1 6 7
3-4	線 対 称 型	1 7 0
3-4-1	線対称型の線形的特性	1 7 0
3-4-2	線対称型式各論	1 7 2
3-4-3	線対称の特性	1 7 4
3-5	非 対 称 型	1 7 5
3-5-1	非対称型の構成	1 7 5
3-5-2	非対称型各論	1 7 5
3-6	織り込み型	1 7 6
3-6-1	織り込み型の分類	1 7 6
3-6-2	織り込み型各論	1 7 6
3-7	平面交差型	1 7 9
3-7-1	平面交差型の分類	1 7 9
3-7-2	平面交差型各論	1 7 9
3-7-3	平面交差型の特質と織り込み型との比較	1 8 2
3-8	不完全接続型	1 8 3

3-8-1	不完全接続型の概念と型式	183
3-8-2	分離型および組合わせ型	184
3-9	3枝交差の型式	184
3-9-1	3枝交差の型式構成	184
3-9-2	3枝交差型式各論-1 完全立体型	185
3-9-3	3枝交差型式各論-2 その他の型式	187
3-9-4	4枝交差に用いる3枝交差型式	188
3-9-5	5枝以上の交差	189
3-10	結 論	189
第4章	標準設計による定量的型式比較	194
4-1	本章の主題と目的	194
4-2	標準設計の作成要領	194
4-2-1	設計型式とその基準	194
4-2-2	標準設計の設計方針	196
4-2-3	最適縦断勾配と縦断制約距離	196
4-2-4	積算要領と概略図による設計	198
4-3	定量的型式比較(I)——完全立体型	200
4-3-1	比較型式とその設計	200
4-3-2	建設費における比較	200
4-3-3	走行費における比較	205
4-3-4	総 合 評 価	209
4-4	定量的型式比較(II)——平面交差型	215
4-4-1	建設費における比較	215
4-4-2	運用面を考慮した比較	218
4-4-3	有料道路における型式比較	220
4-5	結 論	224
第3編	ランプ線形論	
第1章	概 論	231
1-1	インターチェンジの幾何構造設計における問題点	231
1-2	ランプ線形の運用に及ぼす影響	231
1-2-1	問題の提起	231
1-2-2	諸外国における経験	234

第2章 ランプ運用の調査と解析	2 4 2
2-1 調査計画	2 4 2
2-1-1 名神高速道路インターチェンジのランプ線形	2 4 2
2-1-2 調査計画	2 4 6
2-2 走行実態調査	2 4 7
2-2-1 調査方法	2 4 8
2-2-2 解析とその結果	2 4 9
2-3 実験車による走行特性調査	2 5 4
2-3-1 調査方法	2 5 4
2-3-2 解析とその結果	2 5 5
2-4 実験車による生理反応調査	2 6 5
2-4-1 調査方法	2 6 5
2-4-2 解析とその結果	2 6 6
2-5 運転者アンケート調査	2 7 1
2-5-1 調査方法	2 7 1
2-5-2 解析とその結果	2 7 3
2-6 事故実態分析	2 8 5
2-6-1 インターチェンジの事故	2 8 5
2-6-2 名神高速道路における事故分析	2 8 5
2-7 総合的評価	2 9 0
2-7-1 結 論	2 9 0
2-7-2 今後の問題点	2 9 3
結 章	2 9 7
1. 総 論	2 9 7
2. インターチェンジ最適配置論	2 9 9
3. インターチェンジ型式論	3 0 1
4. ランプ線形論	3 0 5
付 録	3 0 7
1. インターチェンジ基本図形集	3 0 9
2. インターチェンジ標準設計図集	3 2 4





# 第1章 概 論

## 1-1 本章の主題と目的

高速道路は沿道制限され、インターチェンジという特定の地点からのみ交通の出入を許している。このため、インターチェンジを高速道路の何処に配置するかは、高速道路の機能と効用を効率的に発揮させる上で、計画上の最も基本的な問題である。むしろ、高速道路そのものがインターチェンジの位置を考慮して初めて定まるといっても過言ではない。

インターチェンジの配置計画とは、新しく高速道路が加わることによって再編成される地域道路網に交通が効果的に分散され、高速道路建設の及ぼす効果が、技術的、経済的もしくは社会的に最大限に発揮されるものでなくてはならない。そのため、その適否は、これら各種条件のそれぞれに照して判定されねばならない。

本編は、インターチェンジの配置が高速道路にどのように影響するかを考察し、すすんで各種条件下における最適配置がいかにあるかを追求しようとするものである。まず本章では最適配置に対する評価方法、ならびに、配置間隔に対する諸外国の実例について考察する。

## 1-2 インターチェンジの性格と評価要素

インターチェンジの配置—位置と間隔—の適否を評価するためには、その評価の方法や、あるいは基準を定めねばならないが、まず、概括的にどのような評価方法があるかをみてみよう。

### i) 経済的評価

これは高速道路の投資効果を経済的に評価する方法と同様な手段によって、インターチェンジ配置の評価を、いわゆる経済効果の測定によって判定しようというものである。経済効果の測定に当っては、走行時間、走行費用等の交通の直接的効果の他、間接的な波及効果も考慮されるので、非常に包括的であり、大局的判断において、最も効果を発揮するが、交通の配分の及ぼす地域道路網への影響や、交通運用上の適否を判定するには、やや間接的である。そのため、このような評価方法を第一として判定されるのは、交通の配分や移動が、高速道路およびそのインターチェンジ、さらに地域道路網の交通容量や交通運用にそれほど大きな影響をもたらさない場合であって、地方部（都市間）高速道路の比較的中小のインターチェンジの間隔や位置を定める場合の第1評価要素となる。

## ii) 社会的評価

高速道路が都市の周辺をバイパス的に通過する場合に、地域道路網（都市高速道路を含む）への連結点をいずれの場所にするか、あるいは1地域、1都市に何個のインターチェンジを設置すべきかという問題に遭遇する。この場合の評価のポイントは、交通容量との関係における地域道路網の混雑や隘路の発生といった交通配分の問題と、地域の開発計画、用途地域制との関連における都市道路網の配置政策とにどのように影響するかである。

交通配分においては、交通混雑や事故の可能性の増大が、経済的便益の項目として把握られ、また地域計画との関連は、開発効果の経済的評価への影響として把握することができるというものの、より具体的に、地域計画、地域道路網との結び付きを立地的、政策的に評価しなければならない。

都市周辺の高速道路インターチェンジの配置の評価は、したがって経済的評価を加味しつつこれらの社会的評価を行なわねばならない。

## iii) 技術的評価

高速道路が大都市内へ入ってきた場合や、あるいは都市高速道路では、インターチェンジ配置はほとんど交通運用上の観点に支配されて評価される。

すなわち、高速道路上にあっては隣接のインターチェンジとの間隔は、標識視認、織り込みや車線移動という交通運用の難易や限界によって支配され、一方、インターチェンジの出入交通の量が、インターチェンジのランプの容量や連絡道路との取付部の容量に支配的な影響を

及ぼしてインターチェンジの配置の評価を左右する。前述のように、この場合もまた、経済的評価を結果的にはなし得るとしても、より直接的な技術的配慮が優先されねばならない。

い。

以上を総括する

と、インターチェンジの地理的に占める位置から、その性格がある程度規定され、その

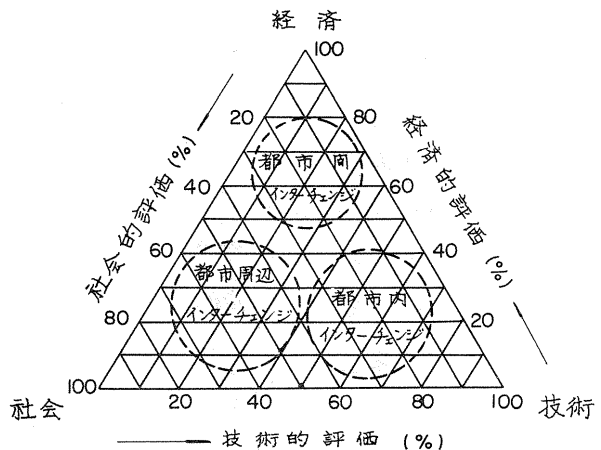


図-1.1 高速道路インターチェンジの性格

設置間隔や位置は、その性格に従って各評価要素に重みを付した評価が行なわれるべきである。図-1・1は、それを模式化したものであり、都市間インターチェンジでは、経済的評価が主要素であり、都市周辺インターチェンジでは地域社会への各種の影響を考慮した社会的評価が、また都市内インターチェンジでは交通技術上の評価要因がそれぞれ主要な判断基準となる。

### 1-3 インターチェンジ配置の実証的考察

前節で見たように、インターチェンジはその地理的環境から定まる性格に応じて評価が異なるので、その最適配置や標準的な間隔もまた、それに従って異なったものとなる。欧米の道路先進諸国を始めとしてこれまで数多く作られたインターチェンジの間隔は、必ずしも厳密な科学的根拠に立脚したものとはいえないとしても、統計的に見るならば、何らかの共通的な結論を導き出すことも可能であろう。

#### 1-3-1 米国におけるインターチェンジ間隔

米国の州際道路におけるインターチェンジの設置基準として、つぎのように規定されている。(1)

“インターチェンジは、他の州際道路および連邦補助道路網または主要幹線道路および街路へ交通が適当に分散し、かつそれらの道路から受け入れることが出来るように配置することが重要である。同時に、道路建設の費用が不必要に増大したり、州際道路の交通の自由な流れや安全を妨害するほど密に配置しないことも等しく重要なことである。

都市地域内のインターチェンジは平均2マイルより密とすべきでなく、都市地域の郊外部では平均して4マイル、地方部では平均8マイル以上とすべきではない。しかし、明らかに州際道路に連絡すべき道路、街路の色々な性格を考慮すれば、個々の隣接インターチェンジごとの間隔は、かなり広範に変化してよいものである。都市地域では3マイル以下とすべきでない。

1957年の推定を基礎とすれば、計画延長41,000マイルの州際道路網は、12,000のインターチェンジを有し、地方部では平均間隔3.7マイルであり、都市部ではおそらく平均2マイル以下となろうと報告されている。(2)

無料フリーウェイの発達したカリフォルニア州には、1,000以上のインターチェンジが建設されているが、その間隔は個々の条件によりかなり異っている。その例を<sup>(3)</sup>あげると、表-1・1のようになる。

表-1・1 カリフォルニア州のインターチェンジ間隔の一例

区 間	区間長 (マイル)	インター チェンジ数	平均間隔 (マイル)
Bakerの東より Nevada State Lineまで	48	6	8*
Santa Barbaraの西部地区 (郊外部)	8½	5	1¾
Sacramentoの北, American Riverから Auburnまでの U.S. 40	30	27	1⅓**
Lodiから Sacramentoまでの U.S. 99	25	17	1½
Los Angeles の Hollywood Freeway の4層インターチェンジから Vineland Boulevard まで (都市部)	9½	16	6/10
San Francisco の Bay Bridge 附近から Moffett Field までの Bay Shore Freeway	36	36	1

\* 同路線の一端の Baker の Bypass 部分は、2マイルの区間にその両端と真中の1箇所と計3箇所にインターチェンジがある。

\*\* 最大間隔は2マイル、最小間隔は2,400フィート(0.46マイル)

この中で、都市およびその近郊では、その間隔が非常に短いのが印象的である。米国の代表的な都市フリーウェイの平均間隔はつぎのとおりとなっている。<sup>(4)</sup>

都市地域：範囲 0.35～0.75マイル 平均 0.6マイル

郊外地域：範囲 0.90～2.10マイル 平均 1.5マイル

有料道路(地方部)では、料金徴集施設のあるため、その間隔は無料道路に比して長くなるのが、一般的傾向である。その資料を表-1・2に示すが、<sup>(5)</sup>その平均間隔は、6.1マイルとなる。ただし、この中からバリエー式料金徴集方式をとっているものの多いパークウェイを除き、インターチェンジ式料金徴集方式を主体とするターンパイクのみについてみると、平均間隔は7.1マイルとなる。これは、州際道路(地方部)の平均3.7マイルの約2倍である。

表-1・2 米国有料道路のインターチェンジ間隔

有 料 道 路 名	延 長 (マイル)	平均間隔 (マイル)
Colorado ( Denver - Boulder ) Turnpike	17	8.5
Connecticut Parkways	66	2.1
Connecticut Turnpike	129	1.4
Florida ( Sunshine State ) Parkway	109	12.1



有 料 道 路 名	延 長 (マイル)	平均間隔 (マイル)
Illinois Turnpike	187	3.7
Indiana Toll Road	156	14.2
Kentucky Turnpike	39	19.5
Kansas Turnpike	236	16.9
Main Turnpike	110	8.5
Massachusetts Turnpike	123	8.8
New Hampshire ( Eastern & Spaulding ) Tpkcs.	38	8.0
New Hampshire ( Central ) Turnpike	39	8.0
New Jersey ( Garden State ) Parkway	173	2.1
New Jersey Turnpike	132	6.3
New York Thruway	539	7.9
Ohio Turnpike	241	15.1
Oklahoma ( Turner ) Turnpike	88	17.6
Oklahoma ( Will Rogers ) Turnpike	89	14.8
Pennsylvania Turnpike	469	12.7
Texas ( Dallas - Ft. Worth ) Turnpike	30	5.0
Virginia ( Richmond - Peterstargh ) Turnpike	35	2.0
West Virginia Turnpike	88	17.6

### 1-3-2 ドイツのアウトバーンのインターチェンジ間隔

1935年にドイツのアウトバーンの建設が始まった時に、一般道路との接続施設は平均10Kmを標準とされた。<sup>(6)</sup>戦前に計画されたアウトバーンの代表的な区間について、そのインターチェンジ間隔を路線図によって調べてみると、表-1・3のような結果が得られる。

表-1・3 ドイツアウトバーン主要区間インターチェンジ間隔(戦前建設分)

区 間	延 長 (Km)	インターチェンジ数*	平均間隔 (Km)
Hannover - Oberhausen	262.9	31	8.5
Oberhausen - Köln	62.3	11	5.7
Köln - Frankfurt	175.0	19	9.2
Frankfurt - Karlsruhe	125.1	9	13.9
Karlsruhe - Stuttgart	73.0	7	10.4
Stuttgart - München	198.5	20	10.0
計	896.8	97	9.2

\* インターチェンジ数は一般道路接続施設のみ計上し、アウトバーン接続は含まない。

また主要都市に対するインターチェンジ数をみてみると、Hannover（1964年現在人口57.1万，以下同じ）に対して3，Dortmund（65.1万）に対して2，Düsseldorf（70.4万）に対して3，Köln（83.2万）に対して4（ただし2路線），Frankfurt（69.4万）に対して1，Stuttgart（64万）に対して5（ただし2路線）となっている。

戦後に建設されたアウトバーンでは、インターチェンジの配置は基本的には変化はないが、若干多くなったようにも見受けられる。<sup>(8)</sup>例えばいわゆる Spessart Autobahn と呼ばれる最高標高480.17mの地区を通る部分を含む Frankfurt-Nürnberg 間245Kmに対して、28のインターチェンジが作られた平均間隔8.7Km，最大15.1Km，最小1.5Kmとなっている。最小の区間はマイン河を挟んで設けられている。

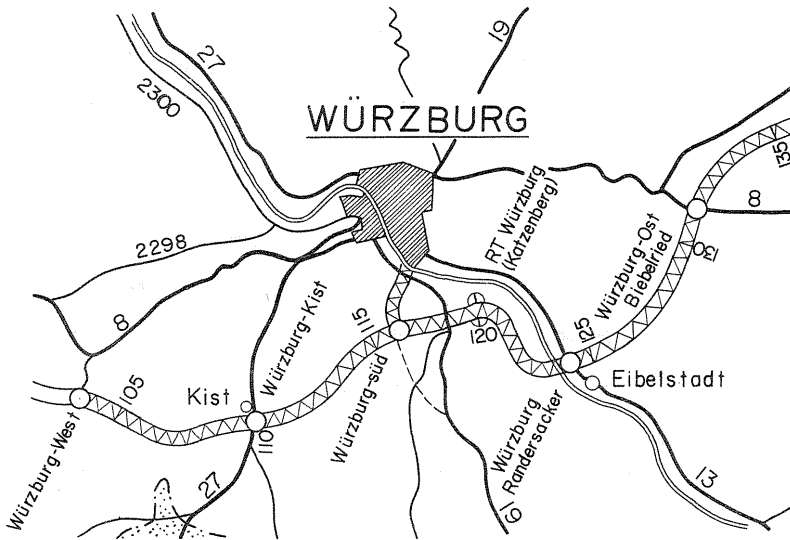


図-1.2 Würzburg 付近のインターチェンジ

この区間の28箇のインターチェンジのうち、国道（Bundesstrasse）へ連結するもの14箇，1級地方道（Landstrasse）へ連結するもの14箇である。このアウトバーンと交差または近接する国道箇所は16箇所あり，そのうちインターチェンジを設けられていないものは僅か2箇所であり，いずれも他のインターチェンジに近接している場合である。図-1.2に見られるように，人口10数万の Würzburg 市から7本の国道が放射状に発しているが，実にそのうち，5本（うち1

本はバイパス)と連結されている。これに対して Frankfrut に対しては、この路線上に2箇所作られたが、戦前に建設された他の路線上の1箇所と合せて、僅か3箇所に過ぎない。

### 1-3-3 その他の欧州諸国のインターチェンジ間隔

英国では、高速道路 (Motorway) は 1961 年現在で 150 マイルが完成し、150 マイルを建設中であるが (いずれも地方部)、それに対して総数 53 箇所のインターチェンジがある。<sup>(9)</sup> 基本方針として隣接インターチェンジの加速及び減速車数の間に適当な距離がとれることと、標識設置のために、最小 3 マイルを望ましい限度としており、また警察、救急、修理および維持サービスに対する出入のため、最大間隔を約 12 マイルとしている。当初の計画では平均 7 マイルを予定していたのが、結果的には 5½ マイルの平均間隔となったが、満足すべき状態だと報告されている。

その他の国の無料高速道路では、フランスではまだ長距離高速道路は完成しておらず、主要都市の郊外部を中心としているがそのいくつかについて調べると、表-1.4<sup>(10)</sup>に示される間隔が得られる。

表-1.4 フランスの主要高速道路インターチェンジ間隔

区 間	延長 (Km)	インターチェンジ数*	平均間隔
Lille 南高速道路	37	4	9.3
Paris 南高速道路 (郊外部)	41.3	8**	5.2
Paris 北高速道路 (郊外部)	8.2	3	2.7
Esterel 自動車道路 (有料)	50	4	12.5

\* 両端を除く

\*\* うち、Paris 寄りの3箇所は南方向に、南寄りの2箇所は Paris 方向のみに出入できる不完全接続インターチェンジ

また、ベルギーの Brussels - Ostend 自動車道路は、延長 106 Km に対して、11 の中間インターチェンジがあり、平均間隔 10 Km 弱となっている。<sup>(11)</sup>

イタリアの太陽高速道路は有料道路であるが、建設計画全長 736 Km に対して、60ヶ所以上のインターチェンジを予定し、平均 12 Km に 1ヶ所となっている。<sup>(12)</sup>

### 1-3-4 日本におけるインターチェンジ間隔

我が国の高速道路は、これ迄計画され、建設された例がすべて有料道路である。これを一覧とすれば表-1.5となる。

これをみると、日本では地方部においてほぼ 15 Km を平均としている。

表-1・5 日本の高速道路インターチェンジ間隔

道 路 名	延 長 (Km)	インターチェンジ数	平均間隔 (Km)
名神高速道路	189.5	13*	14.6
東名高速道路	346.2	21*	16.5
中央高速道路	92.7	6*	15.5
首都高速道路	31.9	21	1.5

\* 一方の終端インターチェンジを除く

これを諸外国のインターチェンジ間隔と対比してみよう。まず無料の長距離都市間高速道路では、アメリカのフリーウェイの平均5.9Km(3.7マイル)、イギリスのモーターウェイの8.8Km(5.5マイル)、アウトバーンの約9Kmがある。また有料高速道路では、アメリカのターンパイクの平均11.2Km、イタリアの太陽道路の約12Kmが比較の対象となろう。これらに比し、わが国の場合は若干その間隔が長いように見える。これは、交通の量、都市分布、地形、インターチェンジ建設費等によって同一に論じられない面があるが、都市間高速道路ではインターチェンジ配置はその経済性が主たる問題として評価されるのであるから、果してこれら日本の高速道路インターチェンジ間隔の現況が適切なものであるか否かについて、次章以後において論じて行きたい。

## 参考文献

- (1) W. L. Warren, "Interchanges", California Highways and Public Works, May-June 1961, P. 32.
- (2) Institute of Traffic Engineers, "Freeway Operations", 1961, P. 45.
- (3) 前掲, Warren, "Interchange", P. 35.
- (4) Jack E. Leisch, "Spacing of Interchanges on Freeway in Urban Areas", Journal of the Highway Division, Proceedings of A.S.C.E., December, 1959, P. 64.
- (5) 藤森謙一, "欧米の高速自動車道路", 日本道路公団 1963, P. 250.
- (6) Edited by Volks and Reich Verlag, "Die Reichsautobahnen, Principles of Design, Construction and Traffic Control", Volks and Reich Verlag Berlin, 1938, P. 35.



- (7) Der Bundesminister für Verkehr, Abt. Strassenbau, "Streckenübersichten der Autobahn", 1940.
- (8) 資料 "Beschreibung der Autobahn strecke von Rohrbrunn bis Wurzburg West", 1962 .
- (9) J. G. Smith, "Design of Interchanges on Rual Freeways", The World Traffic Engineering Conference.
- (10) 前掲 藤森謙一, "欧米の高速自動車道路", 1963, PP47~56.
- (11) Edmond M. Goelen, "Design of Interchang on Rural Highways," The World Traffic Engineering Conference.
- (12) 前掲 藤森謙一, "欧米の自動車道路", 1963, P. 162.

## 第2章 インターチェンジ配置の経済的評価

### 2-1 本章の主題と目的

インターチェンジの配置が適正であるか否かの経済的評価は、都市間高速道路においては主体的役割を演ずるものである。本章では最適配置に対する経済的意義を最初に考察し、また便益算定の基礎となる交通配分に対する既往の諸研究における問題点を提起することにより、本研究の立場を明らかにする。

つぎに経済的評価の立場から、インターチェンジの位置と、その便益とがいかなる関係にあるかを論じ、特に単にインターチェンジ間の距離だけでなく、交通の発生集中点との関連において、インターチェンジの効率について考察する。最後に配置間隔を定める要素として、隣接インターチェンジとの間隔、出入交通量および建設費の3者に着目し、統計的な考察から、これら3者の関係を導き、インターチェンジを設置するに必要な交通量を求める。

### 2-2 最適配置の経済的評価に関する一般的考察

#### 2-2-1 インターチェンジ計画の順序付けと限界費用便益比

経済的評価からインターチェンジの最適配置を考察するに当たっては、基本的につぎのように考えることができる。もしインターチェンジがあまりに少なければ、利用交通が少なく、高速道路が十分な効果を発揮できないし、また設置数が多すぎれば、その建設および維持の費用に対して、これを償い得ないことになる。インターチェンジの経済的な最適配置とは、高速道路投資に対して、何らかの尺度において最大の便益をもたらすような配置を意味するものである。

いま、一本の高速道路に対して、インターチェンジをその効用の高い順序に従って次々と作って行くことを想定しよう。効用の尺度としては、費用便益比や費用便益差（起過便益）<sup>26</sup> 其他があるが、予算に限度がある場合を想定し、費用便益比を尺度として考察することとする。各インターチェンジは、高速道路の本線に対して付加的な施設であるから、高速道路建設における可分の費用の追加投資としての性格を持つ。そのため、あるインターチェンジを設ける場合の便益を算出することができるならば、インターチェンジ建設の費用も同時に見つめることによって、個々のインターチェンジに対する費用便益比を求めることができる。これらの費用と便益は、高速道路全体にとってみれば、限界投資に対する限界便益を意味するものであるから、個々のイン

ターチェンジの費用便益比は高速道路全体に対する「限界費用便益比」としての意味を持つ。

つぎにこれらのインターチェンジ計画の順序付けの問題を考察しよう。いま一本の高速道路に対して、両端を除き、 $n$ 個のインターチェンジ計画可能地点があるとき、このうちからどのような順序でインターチェンジ設置地点を選択して行き、またどこで設置を止めればよいかを考えてみる。

その尺度としては、何を用いても考え方は同一であるが、費用便益比の場合によって説明する。

まず、中間に第1番目のインターチェンジを計画する。そのため、 $n$ 箇の候補地点全部について、それぞれその1箇所だけが設けられたときに生ずる便益と、その場合の建設費用とから、各地点の費用便益比  $\beta_k = B_k / C_k$  をもとめる。このうち費用便益比の最大となる地点の便益を  $\beta_1^* = B_1^* / C_1^*$  とあらわしておく。下付記号の1は1箇所だけの建設をあらわし、上付記号の\*は便益比が最大となる場合を示す。また第1番目の採択インターチェンジの費用便益比を  $\beta_I$  であらわせば、当然費用便益比の最大となるインターチェンジが採択されるから、

$$\beta_I = \beta_1^* = B_1^* / C_1^* \text{ ----- (2.1)}$$

である。

つぎに、第2番目のインターチェンジを選ぶのであるが、第1番目に採択されたインターチェンジを所与として、第2番目の位置を選ぶことは、必ずしもこの高速道路に2箇のインターチェンジを設ける場合の最良の選択であるとは限らない。例えば、図-2.1に示すように、高速道路の中

間にA, B, C 3箇のインターチェンジ候補地点があったとしよう。まず1箇所だけ採択した時の費用便益比を各候補地について調べた結果、A地点が第1番目の

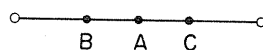


図-2-1 インターチェンジの選択

採択インターチェンジとなったと仮定する。つぎにAを所与とするならば、第2番目のインターチェンジはBまたはCとなり、インターチェンジ2箇所を建設するときの組み合わせは、A・BまたはA・Cとなるが、インターチェンジ2箇所を総体としてみた場合、このような組み合わせによって得られる費用便益比よりも、第1番目の選択インターチェンジAを含まない、B・Cという組み合わせの方が総体として費用便益比が高いという場合が生ずるのである。

一般的にいうならば、インターチェンジを2箇所建設するときには、第1番目の選択インターチェンジを所与とせず、 $n$ 箇のインターチェンジ候補地点から、あらためて

任意の2箇  $i, j$  の組合わせを考え、そのすべて ( $nC_2$  だけの組合わせ数がある) について、それぞれの2箇が存在した時に高速道路に追加的に生ずる便益と、その2箇の建設費とから、各組合わせに対する費用便益比が算定されねばならない。任意の組合わせ ( $i, j$ ) に対して、その費用便益比は、 $\beta_{i,j} = B_{i,j} / C_{i,j}$  である。各組合わせのうち、 $\beta_{i,j}$  の最大となる組合わせを採択するものとし、その費用便益比を次式であらわしておく。

$$\beta_2^* = B_2^* / C_2^* \text{ ----- (2, 2)}$$

この採択された2箇のインターチェンジには、最初に1箇だけ計画されたときの採択地点が含まれている場合もありうるし、またそれが含まれていない場合もありうる。いずれにせよ第2番目のインターチェンジの持つ費用便益比  $\beta_{II}$  は、

$$\beta_{II} = \frac{B_2^* - B_1^*}{C_2^* - C_1^*} \text{ ----- (2, 3)}$$

であらわされる。第2番目のインターチェンジというのは、必ずしも具体的なものでなく、ただ2箇計画した場合と1箇計画した場合の最適解の差としての意味を持つに過ぎない。

同様にして、3番目のインターチェンジについても、あらためて  $n$  箇の候補地点から3箇をとり出し、その組合わせ  $nC_3$  から費用便益比が最大となる組合わせを選び、その費用便益比を

$$\beta_3 = B_3^* / C_3^* \text{ ----- (2, 4)}$$

とすれば、第3番目のインターチェンジの費用便益比として

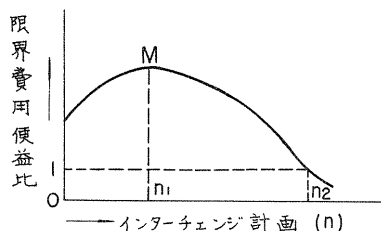
$$\beta_{III} = \frac{B_3^* - B_2^*}{C_3^* - C_2^*} \text{ ----- (2, 5)}$$

が得られる。以下全く同様に順序取付けが可能である。

それでは、第1番目の費用便益比  $\beta_I$  と第2番目の費用便益比  $\beta_{II}$  とは、どちらが大きいであろうか。新たにインターチェンジを追加した時に生ずる便益は、それまで、より遠いインターチェンジを利用していた交通が、早く高速道路へ入ることができるための便益と、それまで高速道路を全く利用し得なかった交通が新たに高速道路へ転換するための便益と両者がある。もし高速道路の利用交通量が同一で、インターチェンジの増加が、単に高速道路をより長く利用することによる便益のみしか、もたらさないものとするれば、明らかに第1番目のインターチェンジの隣接インターチェンジ（この場合起終端）との間隔より、第2番目のインターチェンジの隣接インターチェンジとの間隔の方が短いから、2番目の便益の方が少ない。しかし2番目の設置が交通の新たな転換を招来するときは、そのための便益によって、1番目の便益を上回る

ことが生じよう。特に多くの都市を連ねる長距離高速道路で、順序付けの始めの方ではこの傾向が強い。したがって、一般的な傾向として、図-2・2に示されるように、順序付けられたインターチェンジの追加計画にしたがい、その費用便益比、すなわち高速道路全体にとっての限界費用便益比は、当初次第に増加していき、ある点を過ぎると減少し始め、ついにその値は、1を下廻ることとなる。

もし、単に高速道路全体の費用便益比を最大とする点で投資を止めるのであるならば、図-2・2において限界費用便益比が最大となる点Mに対するインターチェンジ計画  $n_1$  で投資は



打ち切られる。一方、投資の限界を考慮しないならば、限界費用

図-2・2 インターチェンジ投資の効用

便益比が1となる計画  $n_2$  までが実現可能となる。これ以上さらにインターチェンジを増加したとしても、必ずしも高速道路全体の費用便益比が1を下廻るわけではないが、このような可分の追加投資に対しては、限界便益が限界費用より大きい場合にのみそれが正当化されることは、すでに説かれているところである。<sup>(1)</sup>

さらに、予算に制約のある場合には、他の計画に対する機会費用を考慮しなければならないから、限界費用便益比が1以上のある値の点が投資限界点となるから、結局、最適計画は、 $n_1$  と  $n_2$  の間にあるといえることができる。

## 2-2-2 インターチェンジ設置の経済効果

インターチェンジを設けることによって生ずる経済的便益は、道路の新設、改良により生ずる便益——経済効果——と全く異なることはない。しかしインターチェンジの評価の場合には、その投資規模が小さいので、いきおい産業連関分析等によるマクロ的計測評価方法は適用し難く、個別的、ミクロ的評価によらざるをえない。高速道路の経済効果において測られる主たる項目とその大きさの一例をあげると表-2・1に示される。

これによれば、直接効果と間接効果とはほぼ同量が表示されていることが注目される。インターチェンジの設置の有無あるいは位置の変更によってこれらすべての項目に対して変化が生ずるのは予測しうるところであるが、個別的には、かならずしも間接効果は直接効果に比例的ではない。例えば、開発効果の高い地域に新しくインターチェンジを設置する場合と、既成市街地附近の混雑緩和を計るために設置する場合とでは、

(2)  
表-2・1 高速道路の経済効果

(開通初年度, 単位: 100万円)

		名神高 速道路	東名高速道路	
			東京―静岡	豊川―小牧
直接効果	走行費の節約	9,143	8,867	5,863
	輸送時間の短縮	7,201	5,390	2,354
	交通事故の減少	1,478	2,573	858
	小計	17,822	16,830	9,075
間接効果	在庫量の節約に伴う資本利子の節約	289	220	172
	工業開発効果	16,962	16,242	8,726
	交通混雑緩和効果	1,063	1,266	823
	小計	18,314	17,731	9,721
	合計	36,138	34,561	18,796

間接効果の各項目に対する影響が異なる。しかもその測定はきわめて困難である。

例えば、前記表-2・1の間接効果の評価額のうちの大部分を占め、直接効果の合計額とはほぼ匹敵する額を示す工業開発効果について、工場進出の原因を増設インターチェンジの因に帰すべきか、あるいは、その増設がたとえなくても、高速道路全体の効果として、すでに隣接インターチェンジの勢力圏のうちとして算せられるべきものであるかを弁別することは事後にはともかく、事前にこれを行なうのはかなり困難であろう。

これに対して、直接効果については、十分計測可能である。直接効果は本来、比較道路区間それぞれに対する道路利用者の支払うべき費用の差額として計測される。道路利用者費用(交通費用)としては、

- a) 走行費用
- b) 時間費用
- c) 事故の費用
- d) 快適性と便利性の欠除に伴う費用

があるが、これらは車種別、道路の種類および状況(走行速度を含む)別に、ほぼそれぞれの道路延長に比例的である。したがって、インターチェンジの直接便益は、問題となるインターチェンジの配置の有無に応じて、高速道路と一般道路とで構成される道路網への交通の配分を行ない、その配分された交通量に応ずる各道路区間の交通費用の総和が計算されることによって、その差額として、便益が計上される。インターチェンジ設置可否の検討に当たって、間接効果や、直接貨幣項目による算定の困難な社会的、技術的影響を無視することは出来ないが、直接効果による数字的な比較は

やはり最大の指標たるを失わない。

### 2-2-3 交通配分における 2, 3 の問題

インターチェンジの便益を求めることは高速道路と一般道路で構成される道路網のもつ交通配分や交通費用を考察することと何ら異ならない。したがって、一般に交通の配分上問題となる点は、この場合にも等しくあてはまることである。そこでインターチェンジ便益の算定に入る前に、これらの点に関して、問題の所在を若干明らかにしておきたい。

#### (1) 最適配置と交通配分

筆者はこれまでインターチェンジの最適配置という言葉を使用して来た。また一方道路網への交通配分において「最適経路」という言葉がしばしば用いられる。この両者は一見類似しているが、本質的に異なるものであることをまず明らかにしておかねばならない。

インターチェンジの最適配置とは、そのインターチェンジを含む道路系に対する何らかの目的関数を最大または最小にする——たとえば社会的厚生を最大にするとか、社会的支出を最小にする——ことを意味すると考えてよい。支出すなわち費用を問題とする場合、もし建設費支出の差を無視するならば、その道路系すべての交通の支払うべき交通費用の総和が最小となることを意味する。

しかしながら、道路網における交通配分とは、与えられた道路に対して交通がどのように流れるかを求めることであって、流れ方を与えることではない。線型計画法におけるいわゆる輸送問題は、出発地と目的地を任意に選ぶことができるから、特定の交通に経路を命令することができるが、道路網上の全交通の配分においては、それぞれの交通経路は、個々の交通の私的費用が最小となる経路を選定するのであって、外的にこれを強制することはできない、しかもこのような個々の最小費用による選択が必ずしも交通全体の総費用を最小にするものではないことは、すでに Beckmann が論じているところである。<sup>(3)</sup> 彼は交通費用がその道路区間の交通量に依存しているときには、一般的に交通によって選ばれた均衡点（2本の道路の交通費用が等しくなるような交通配分状態）における総交通費用は、最小の総交通費用を示すものでなく、総交通費用が最小となるような交通配分は、平均費用の等しい均衡点による配分と異なるものであることを論証している。

このように道路網全体の交通配分は、交通全体として最小費用となるようにこれを割り当てるのではなく、均衡された配分状態を探し出すことである。「最適経路」と称されるのは、個々の交通における最小費用経路を意味している。均衡状態にお

いて総費用が最小となるようにするための一つの方法として、道路に料金を課することが有効であることも論じられている。<sup>(4), (5), (6)</sup> 有料道路の料金は税と同じく社会的な支出に入らないから、このような調節作用を果すように料金を定めることは、総交通費用を少なくする上に意味のあることである。

インターチェンジの最適配置とは、与えられた道路網自体を変え、道路条件を変えることによって支出を最小とする方法であって、それぞれの条件に応じた交通配分の結果として得られるものである。

## (2) 経路選択と勢力圏

本研究では、交通配分、あるいは経路選択の問題について特に新しい論究を行なうものではない。インターチェンジ最適配置の問題の本質を明らかにするために、いくつかの比較的単純なモデルによって立論して行くものである。しかしながら、その前提条件をまず明らかにしておかなければならない。

これまで行なわれて来た道路網の交通配分の問題には、2つの大きな課題があった。第一は個々の交通が経路選択を行なう指標がなんであるか、またそれらの指標がどのように組合わさり、もっとも確からしい配分はどのような関係式によって導かれるかという点である。経路選択の指標としては、走行費用、走行時間、快適性、有料道路料金等があり、実際に計量可能なものとして、走行時間および走行費の一方又は双方をパラメータとした配分の研究が多く行なわれている。最近の名神高速道路の実績を基にした研究では、両者を組合わせた転換率方程式が比較的により回帰を示していることが明らかにされている。<sup>(7)</sup>

第二の課題は、道路の容量に制限があったり、走行速度ひいては走行時間が交通量に依存して変化する場合の配分である。この場合は、経路選択は最短路をとるとか、星野氏の研究<sup>(8)</sup>のように走行時間比による転換方程式による配分など、転換の要因は比較的単純なものとされているのが現状のようである。実際の現象としてはこれら2者は組合わさっており、第二の課題のような制限や時間的変動の中で、第一課題としての複合した要因による多数の経路間における配分が行なわれているわけである。

インターチェンジには、勢力圏といわれるものがある。これはその圏内の発生集中交通はすべてそのインターチェンジを用いるとされており、一般に高速道路の交通方向別に1インターチェンジにつき1ゾーンが割り当てられる。しかしながらこの場合にも交通配分で問題となる点は等しくあてはまる。

勢力圏が時間価値などの評価を異にする車種内において相違することは当然であるが、同一車種間においても、勢力分異点で画然と利用インターチェンジが異なる



のでなく、その境界においては両方のインターチェンジを50%づつ利用し、それぞれの圏内に深く入るに従って、他のインターチェンジを利用する比率が次第に下ると考えるべきである。したがって同一起終点を持つ交通でも、少なくとも、高速道路を利用しないものと、もよりのインターチェンジを利用するものと、さらに隣りのインターチェンジを利用するものとに分割され、それぞれの分担率を持つと考えられる。実際にはさらに複雑であり、同一起終点交通でもさらに多数の経路選択を行っており、逆にいえば同一地点が3以上のインターチェンジの勢力圏となっている事実が、名神高速道路の調査から明らかにされている。<sup>(9)</sup>

本研究では、経路選択は1・0方式により最小交通費用の経路を選ぶものとし、交通費用としては、東名高速道路の交通量推定や経済効果の算定に用いられた走行費および時間費用の合計額をあてることとして以下の考察を進めて行く。

最後にふたたび注意しておかねばならないのは、いずれの方法をとるにせよ、交通者の経路選択は彼の私的費用に対する関心のみにかかっているのであって、それによって生ずる社会的支出の如何ではないことである。有料道路では交通者はその料金を私的費用の支出として、経路選択の指標の一つとするが、便益算定には料金は含まれないから、インターチェンジ選択における費用計算には料金を含めたとしてもそれをそのまま便益計算に用いてはならない。

## 2-3 インターチェンジの位置と効率

### 2-3-1 概 説

インターチェンジの便益（ここでは直接便益のみを問題としているが）は、そのインターチェンジが存在しなかったときに、交通が隣接インターチェンジを利用する場合との交通費用の差額として表わされる。したがって隣接インターチェンジとの距離が大となれば、一台当りの便益は一般的に大きくなる傾向を示し、また出入交通量が多くなればそれに比例して大となる。もし、交通の発生源がインターチェンジの近傍にあり、高速道路に平行して競合する一般道路があるとすれば、インターチェンジ利用交通の受ける便益は、次のインターチェンジまでの距離に高速道路と一般道路の交通費用の差を乗じたものとなる。これを比較期間において通算して考えるならば、インターチェンジの設置の経済的可否は、隣接インターチェンジとの間隔、出入交通量およびインターチェンジ建設費の3者に依存して決定されるといえる。

このような考え方で、筆者はさきに、名神高速道路関ヶ原インターチェンジを例に設置に必要な交通量を算出し<sup>(10)</sup>、Millsもまた同様な考え方でこれら3者の関係

(11) を論じている。しかしながら、現実にはインターチェンジの勢力圏内の交通発生源は、圏内各所に分散しており、個々の受ける便益は、必ずしもインターチェンジの近傍に発生源がある場合と同じではない。仮に隣接インターチェンジとの距離および出入交通量が同一であっても、個々の交通の受ける便益が少なければ、インターチェンジ全体の便益も低くなる。

したがって個々の利用交通の便益——単位当り便益——を増大させることが、そのインターチェンジの効率を高めることになる。以下、インターチェンジの位置と効率の関係について論ずる。

## 2-3-2 インターチェンジ新設による勢力圏の変化と便益

高速道路上のインターチェンジ  $S_1$  と  $S_2$  の間に第3のインターチェンジ  $S_3$  を設ける場合を考える。インタ

ーチェンジは高速道路の往復それぞれの方

向に対して異った勢力圏を持つが、今図-2.3 のように左方向のみについて見ると、 $S_1$  と  $S_2$  はそれぞれ斜線でハッチされた勢力圏ⅠおよびⅡ

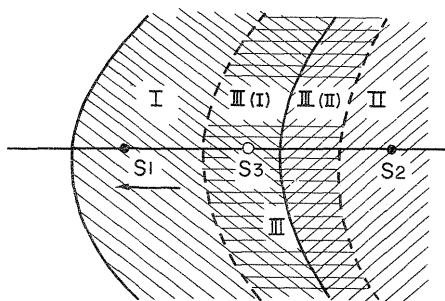


図-2.3 インターチェンジ勢力圏の変化

を持っていたのが、第3の

$S_3$  の出現によって、各々その勢力圏を蚕食され、新しい  $S_3$  のための勢力圏Ⅲが生ずる。これは  $S_1$  の勢力圏Ⅰから転移したⅢ(Ⅰ)と  $S_2$  の勢力圏Ⅱから転移したⅢ(Ⅱ)とから構成される。ここで問題を簡単にするために、つぎの仮定を設けておく。

- インターチェンジ出入量の総数は変わらず、利用インターチェンジのみが変化する。
- 交通費用は高速道路、一般道路それぞれの道路延長に比例する。又交通費用は、道路の交通量にかかわらず一定とする。有料道路の料金は無視する。
- 交通は最少交通費用の経路を利用する。したがって、あるインターチェンジの勢力圏内にある交通はすべてそのインターチェンジを利用する。

勢力圏内には、多数の交通の発生到着源があるが、これをOD点と称することとする。図-2.4において、OD点  $K_L$  は図-2.3における勢力圏Ⅲ(Ⅰ)にあるものとすれば、これは先にインターチェンジ  $S_1$  を利用していたものが  $S_3$  の新設に伴ってこれに移って来たものであるから、その転換に伴う単位便益(1台当り便益)  $z_{1.3}$

はつぎのように示される。

$$z_{1.3} = c(x_{i1} - x_{i3}) - c' \ell_I \dots\dots\dots (2.6)$$

ただし  $c$  : 一般道路の交通費用,

$c'$  : 高速道路の交通費用,

$x_{i1}, x_{i2}$  : OD 点  $K_i$  からイ

ンターチェンジ  $S_1$  および  $S_3$

に至る距離,  $\ell_I$  :  $S_1$   $S_2$ , 新た

に高速道路を利用する距離

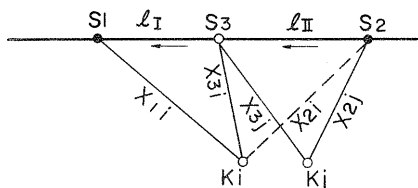


図-2-4 OD点と交通経路

したがって,  $S_1$  から  $S_2$  へ転換

する OD 点  $K_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) の交通の受ける便益総額  $Z_I$  は

$$Z_I = \sum_i z_{1.3} q_i \dots\dots\dots (2.7)$$

ただし  $q_i$  : OD 点  $K_i$  の交通量

一方, 図-2.4の OD 点  $K_i$  は図-2.2における勢力圏Ⅲ(Ⅱ)に属するものとするれば, これは従来  $S_2$  を利用していたものが,  $S_3$  へ転換したものである。

この場合の単位便益  $z_{2.3}$  は

$$z_{2.3} = c(x_{j2} - x_{j3}) + c' \ell_{II} \dots\dots\dots (2.8)$$

ただし,  $\ell_{II}$  :  $S_3$   $S_1$ ,  $S_1$  から  $S_3$  へ転換することによって高速道路を利用しなくなる距離

上と同様に,  $S_2$  から  $S_3$  へ転換する OD 点  $K_j$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) の交通の受ける便益総額  $Z_{II}$  は

$$Z_{II} = \sum_j z_{2.3} g_j \dots\dots\dots (2.9)$$

ただし  $g_j$  : OD 点  $K_j$  の交通量

結局, 新たに  $S_3$  を利用する交通の便益総額  $Z$  は, 両隣りインターチェンジからの転換による便益を合計したものであるから,

$$\begin{aligned} Z &= Z_I + Z_{II} \\ &= \sum_i \{ c(x_{i1} - x_{i3}) - c' \ell_I \} q_i + \sum_j \{ c(x_{j2} - x_{j3}) + c' \ell_{II} \} g_j \dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots (2.10) \end{aligned}$$

である。新しいインターチェンジへの転換によりもたらされる便益が, 高速道路をより多く利用することによって受ける場合(以下ケースⅠとする)と, 高速道路をより少なく利用することによって受ける場合(ケースⅡ)と, 2つの場合のあることは興味深い。

これまで, ある OD 点がどの勢力圏に属するか, あらかじめ判明しているとして論を進めたが, 実際は各 OD 点に対して, 判別式の正負をもって勢力圏を定めるのであ

る。

まず始めに各OD点が $S_1$ ゾーンにあるか $S_2$ ゾーンにあるかを調べねばならない。これには次式が判別式として用いられる。

$$z_{1.2} = c(x_{i1} - x_{i2}) - c'(\bar{l}_i + \bar{l}_u) \dots\dots\dots (2.11)$$

上式は $S_1$ と $S_2$ とを用いたときの交通費用の差額であるから、 $z_{1.2} \leq 0$ ならば $S_1$ の勢力圏に、 $z_{1.2} > 0$ ならば $S_2$ の勢力圏に属するものとなる。つぎに $S_1$ の勢力圏に属するOD点に対しては式(2.6)を、 $S_2$ の勢力圏に属するものは式(2.8)を用いて、新設インターチェンジ $S_3$ に転換するか否かを判別する。その手続きを図表化すれば、表-2.2の示すところとなる。

これらの手続きによ 表-2.2 勢力圏の判別

り $S_3$ に属するOD点とそれぞれの便益が算定されるから、その総和として式(2.10)により、 $S_3$ の便益が算定される。これは必

S <sub>1</sub> とS <sub>2</sub> との勢力圏判別		S <sub>3</sub> へ転換するか否かの判別	
判別式	屈する勢力圏	判別式	屈する勢力圏
$z_{1.2} \leq 0$	S <sub>1</sub> ゾーン	$z_{1.3} \leq 0$	S <sub>1</sub> ゾーン
		$z_{1.3} > 0$	S <sub>3</sub> ゾーン
$z_{1.2} > 0$	S <sub>2</sub> ゾーン	$z_{2.3} \geq 0$	S <sub>3</sub> ゾーン
		$z_{2.3} < 0$	S <sub>2</sub> ゾーン

ずしも新設インターチェンジの場合のみでなく、既設インターチェンジの便益測定にも適用しうる。すなわち、 $S_3$ に属するOD点に対して $S_3$ が存在しなかったときは、両隣りの $S_1$ 又は $S_2$ が次適のインターチェンジとなるから、式(2.11)の $z_{1.2}$ による判別により、いずれかを次適インターチェンジとして選び、それぞれの場合に対して上と同様に $z_{1.3}$ または、 $z_{2.3}$ を用いて便益を算定することができる。

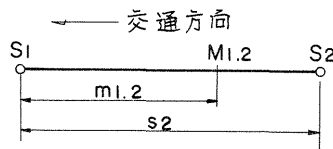
### 2-3-3 インターチェンジの位置と便益

つぎにこれらの便益がOD点の位置およびインターチェンジの位置によってどのように変化するか、またそのことから、インターチェンジの設置の効果を大きくするためには、何処に設置すればよいかを考察して行こう。問題を簡略化するため、高速道路と平行に一般道路が存在し、交通の発生集中源(OD点)も、その道路上のみにあると仮定し、さらに幾つかの条件に対して検討する。

#### a) OD点が1点のみに存在する場合

インターチェンジ $S_1$ と $S_2$ の間にOD点が1点のみ存在する場合について、その位置とインターチェンジ位置との関係を調べる。この場合も左向き交通のみについて考察することとし、固定されたOD点に対し、新設インターチェンジ $S_3$ の位置を $S_1$ から $S_2$ まで動かし、便益の変化を見て行こう。

まず図-2・5に示すように、 $S_3$ がないときの $S_1$ と $S_2$ の勢力分界点 $M_{1.2}$ の位置では、それぞれを用いるときの交通費用が等しくなる点であるから、次式が成立する。



$$m_{1.2}c = (s_2 - m_{1.2})c + s_2c' \quad \text{図-2・5 勢力分界点}$$

$$\text{----- (2.12)}$$

ただし、 $M_{1.2} : S_1M_{1.2}$ ,  $S_1$  から  $S_1$  と  $S_2$  の勢力分界点  $M_{1.2}$  までの距離、 $s_2 : S_1S_2$ ,  $S_1$  から  $S_2$  までの距離、以下小文字は  $S_1$  から同一の大文字の地点までの距離をあらわす。

$$\text{式(2.12)から } m_{1.2} = \frac{s_2(c - c')}{2c} \quad \text{----- (2.13)}$$

OD点Kが $S_1$ と $S_2$ の間のどこにあるか、またKの位置に対して $S_3$ の位置がどこにあるかで、便益は異なる。

$$(1) \quad 0 < k \leq m_{1.2}$$

始め、図-2. 6に示すようにOD点Kが $S_1$ と $M_{1.2}$ の間、すなわち、 $S_1$ の勢力圏内に存在するときを考察する。 $S_3$ を $S_1$ から次第に $S_2$ 方向へ移動させ、 $s_1s_3$ を $x$ として、 $S_3$ のそれぞれの位置に対して、 $x$ の変化に応じて便益 $z$ がどのように変化するかを調べるとつぎのようになる。

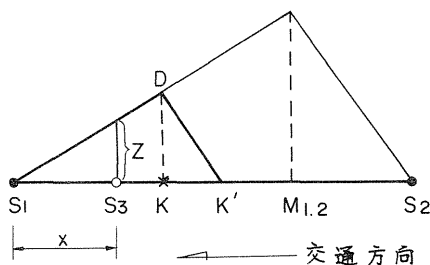
$$z = (c - c')x \quad (0 < x \leq k) \quad \text{----- (2.14)}$$

$$z = 2ck - (c + c')x \geq 0 \quad (k < x \leq s_2) \quad \text{----- (2.15)}$$

これを図解すれば、図

-2. 6のように示さ

れる。まず新インターチェンジ $S_3$ が $S_1$ とOD点Kとの間にあるときは、便益は勾配



$(c - c')$ で増加し、

図-2-6 単位便益図 ( $0 < k \leq m_{1.2}$ )

Kのある位置で最大と

なる。これを過ぎると勾配 $(c + c')$ で減少し、 $z = 0$ となる点 $K'$ が、Kの交通が $S_3$ を利用する最遠点である。このようにして、新インターチェンジ $S_3$ が $S_1$ から $S_2$ へ移動するとき、OD点Kから発生する単位交通の受ける便益は図-2. 6で  $S_1DK'S_2$  によってあらわされる関数である。このような図を

「単位便益図」と称することとするが、この図を用いることによって、便益の変化は極めて明瞭に説明される。

$$(2) \quad m_{1.2} < k \leq s_2$$

OD点Kが $M_{1.2}$ と $S_2$ の間、すなわち $S_3$ がない場合の $S_2$ の勢力圏にあるときは、便益は上と異なり、つぎのようになる。

$$z = (c+c')s_2 - 2ck + (c-c')x \geq c \quad (0 < x \leq k) \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

$$z = (c-c')(s_2 - x) \quad (k < x \leq s_2) \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

この場合は図-2.7に示すように、便益の変化は $S_1$  K' D  $S_2$ をもってあらわされる。K'は $S_1$  K

の範囲でKの交通が $S_3$ を利用する最遠点となる。

以上を通観し、K点が $S_1$ から $S_2$ までいずれの点にあっても、便益は $z$ の1次関数であり、 $z$ の極大となる点は $x=k$ 、

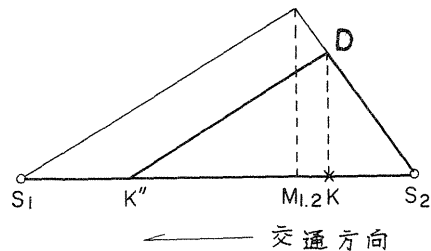


図-2.7 単位便益図 ( $m_{12} < k \leq s_2$ )

すなわちK点にインターチェンジが一致した場合である。逆にいえば、インターチェンジがOD点より離れるほどその便益は少なくなる。なお、これはすべて単位便益であるから、便益総額は単位便益にOD点の交通量 $q$ を乗じて得られる。

b) OD点が2箇所ある場合

$S_1$ と $S_2$ の間のOD点が2箇所ある場合の便益は、2箇所のOD点( $K_1$ および $K_2$ とする)の位置により、それぞれ表-2.3の便益算定式の適用区分にしたがって単位便益を求め、これにそれぞれの交通量を乗じ、合算すれば求められる。式であらわせば、

$$Z_{K_1, K_2} = Z_{K_1} + Z_{K_2} = Z_{K_1} q_{K_1} + Z_{K_2} q_{K_2} \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

これを単位便益図を用いて解いて見よう。まず図-2.8に示すように、 $S_1$ と $S_2$ を結ぶ線上に $S_1$ と $S_2$ との分界点 $M_{1.2}$ の位

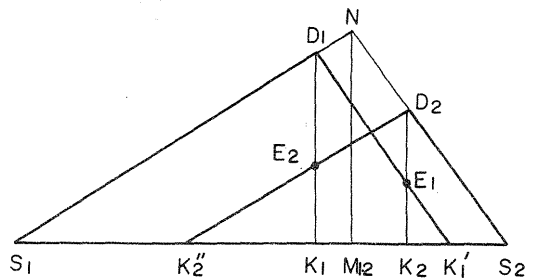


図-2.8 単位便益図 ( $K_1$  および  $K_2$ )

置を計算で求めて落す。つぎに式(2・14)より $M_{1,2}$ における単位便益を計算で求め、 $M_{1,2}$ 上にその長さの垂線をたて、上端をN点とする。Nから $S_1$ および $S_2$ を結ぶと単位便益図の基本三角形ができ上る。

つぎに与えられた $K_1$ および $K_2$ の位置を $\overline{S_1 S_2}$ 上に落す、 $K_1$ および $K_2$ から立てた垂線がそれぞれ $\overline{S_1 N}$ 、 $\overline{NS_2}$ と交わる点を $D_1$ 、 $D_2$ とする。図-2・8では $D_1$ は $\overline{S_1 N}$ 上にあるが、 $D_1$ から $\overline{NS_2}$ に平行に線を引くと、これが $\overline{S_1 S_2}$ と交わる点が $K_1'$ ( $K_1$ の左向き交通が $S_3$ を利用する最遠点)である。同様に $\overline{NS_2}$ 上にある $D_2$ から $\overline{S_1 N}$ に平行に線を引き、 $\overline{S_1 S_2}$ と交わる点が $K_2''$ ( $K_2$ の交通が $S_3$ を利用する最遠点)である。また $\overline{D_1 K_1'}$ が $\overline{D_2 K_2}$ と交わる点を $E_1$ 、 $\overline{D_2 K_2''}$ が $\overline{D_1 K_1}$ と交わる点を $E_2$ としておく。ここで $S_1 D_1 K_1' S_2$ がO点 $K_1$ の単位交通の新設インターチェンジ $S_3$ の位置 $x$ に関する便益関数である。同様に $S_1 K_2'' D_2 S_2$ が $K_2$ の単位交通の便益関数である。もし $x = k_1$ 、すなわち $K_1$ 上にインターチェンジ $S_3$ がある場合には、 $K_1$ の単位交通に対して $D_1 K_1$ だけの便益が生じ、また $K_2$ の単位交通に対しては $E_2 K_1$ となる。

総便益はそれぞれを単位便益に交通量を乗じたものの合算であるから、図-2・9のように、 $K_1$ および

$K_2$ の単位便益図にそれぞれの交通量を乗じた図を画くと、 $K_1$ に対してはその交通量の重みを乗じた便益関数として $S_1 D_1 K_1' S_2$ が、また $K_2$ にその交通量の重みを乗じた便益関数は $S_1 K_2'' D_2 S_2$ となり、この関数を加算すると $S_1 F G H I S_2$ となる。これは $K_1 + K_2$ の総交通量の $S_3$ の移動 $x$ に対する総便益関数である。この図の場合G点が最も高く、このことから $K_1$ に新設インターチェンジ $S_3$ が来たときに便益が最大となることが判る。

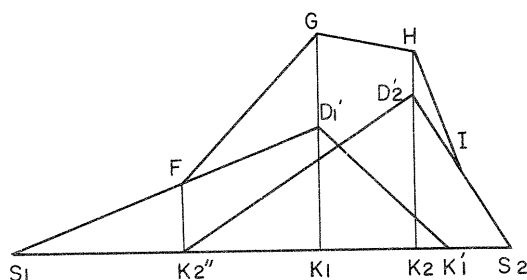


図-2・9 総 便 益 図 ( $K_1 + K_2$ )

図-2・8および2・9から明らかなように $S_3$ を $K_1$ においたときは、 $K_1$ における交通の便益はその最大値まで受けることができるが、 $K_2$ の交通はその便益の一部しか受け取れない。逆に、 $K_2$ に $S_3$ を置いたときは、 $K_2$ の交通は便益の全部を受けとれるが、 $K_1$ のそれは一部分である。その合計量でいずれに $S_3$ を置いた方がよいか定まる。 $K_1, K_2$ の位置が同じでもそれぞれの交通量 $q_1, q_2$ が変れば、

いずれか有利か異なる場合が生ずる。しかし、いずれにせよ個々の便益関数の加法的性が成立する以上、総便益の最大値をもたらすインターチェンジ位置は、いずれかの O D 点上であって、その中間や、その他の位置にあることはない。これらの点は、O D 点の数が 3 箇以上の場合でも全く同様である。また実際には、左右両方向について検討し、両者の合計で最大値を生ずる点を求めねばならない。

C) 発生交通が路線上に等分布している場合

O D 点が離散的でなく、 $S_1$  から  $S_2$  までの路線上に発生到着交通が等分布している場合を考える。この場合も単位便益図を使って説明しよう。

図-2.10 において、 $S_3$

が  $S_1$   $S_2$  上に置かれたとき、

$S_3$  は  $S_1$  および  $S_2$  の勢力

圏を蚕食する。さきとは

逆にインターチェンジ  $S_3$

を固定し、O D 点  $K$  を  $S_1$

から  $S_2$  に移動させ、 $K$  の

変化に対応する便益  $z$  の変

化を調べる。

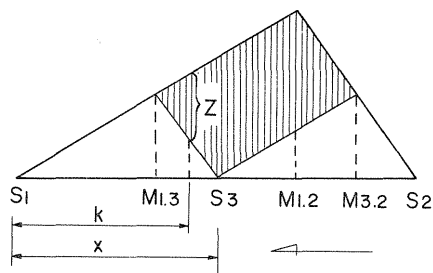


図-2.10 単位便益図 (等分布交通)

$S_3$  より左では、式 (2.15) が適用されるが、 $z$  は負値をとらず、 $z=0$  となる点は  $S_1$  と  $S_3$  の勢力分界点  $m_{1.3}$  である。式 (2.15) を 0 とおき、

$$m_{1.3} = \frac{(c+c')x}{2c} \dots\dots\dots (2.19)$$

$S_3$  より右では、 $S_3$  から  $M_{1.2}$  までは式 (2.14) が、 $m_{1.2}$  から  $S_2$  までは式 (2.17) がそれぞれ適用される。この場合も  $z=0$  となる  $m_{3.2}$  の点は、

$$m_{3.2} = \frac{(c+c')s_2 - (c-c')x}{2c} \dots\dots\dots (2.20)$$

交通は  $S_1$  から  $S_2$  まで等分布しているのであるから、 $S_3$  を利用する交通の総便益 (単位便益)  $z$  は、それぞれの区間の便益方程式を  $k$  について積分すれば得られ、次式であらわされるが、図-2.9 の斜線であらわれた菱形の面積に等しい。

$$\begin{aligned} z &= \int_{k=m_{1.3}}^{k=x} \{ 2cx - (c+c')x \} dk + \int_{k=x}^{k=m_{1.2}} (c-c')x dk + \int_{k=m_{1.2}}^{k=m_{3.2}} \{ (c+c')s_2 - 2ck \\ &\quad + (c-c')x \} dk \\ &= \frac{(c-c')^2}{4c} x^2 + x(c-c') \left\{ \frac{(c+c')s_2}{2c} - x \right\} + \frac{(c-c')^2}{4c} x^2 \end{aligned}$$



$$= \frac{(c - c')(c + c')}{2c} (s_2 x - x^2) \text{ ---- (2.21)}$$

$s_3$  の位置を動かし、 $z$  の極大値を求めるため、上式を  $x$  について微分し 0 と置ける

$$\frac{dz}{dx} = \frac{(c + c')(c + c')}{2c} (s_2 - 2x) = 0 \quad \text{故に } x = \frac{s_2}{2}$$

図-2.11は式(2.21)を図示したものである。すなわち、交通が等分布に発生するときは、インターチェンジは両隣接インターチェンジの midpoint に設置することが最も便益を大とならしめる。

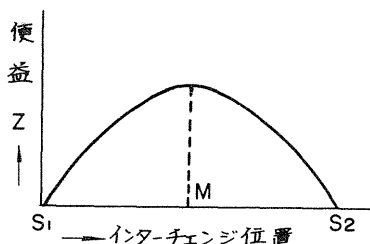


図-2.11 等分布交通に対するインターチェンジ位置と便益

#### 2-3-4 単位便益モデルによるインターチェンジの順序付け

これまで1区間にインターチェンジをただ1箇所置く場合について単位便益図を用いて説明して来た。これをさらに拡張して、1区間に複数箇所のインターチェンジを設ける場合、特に順次増設して行く場合について、一般的な考察を行なう。

インターチェンジが区間にただ1箇所の場合は、区間内相互に発着する交通については考察しなくてよかったが、複数箇所のインターチェンジを考える場合には、区間内相互交通も含めて考えねばならない。このことから、これから考察する問題は、高速道路1路線全体に対するインターチェンジの順序付けであると考えてもよい。

表-2.4は名神高速道路の料金表の一部である。1路線内の各地点の相互交通の組み合わせは、この

ような三角表あるいは斜形表と呼ばれる形式で示すことができる。ところで、もしこの表に示されている料金が、それぞれのインターチェンジ間を利用するとき

	1	2	3	4	5	6	7
	尾崎	豊中	茨木	京都南	京都東	大津	栗東
7 栗東	700	650	550	300	200	200	
6 大津	550	500	400	150	100		
5 京都東	500	450	350	100			
4 京都南	400	350	250				
3 茨木	200	150					
2 豊中	100						
1 尾崎							

表-2.4 名神高速道路料金表(1部)

の便益を正しく反映しているものとすれば、この料金表は区間相互の単位便益をあらわしているといえる。図-2.12 はこれを模式的にあらわしたもので、縦坐標軸に近い、最も高い値を示すのは、インターチェンジ間の距離の最も遠いインターチェンジ1と7の間の便益をあらわしており、以下、インターチェンジ間の路離が近付くほど単位便益は少なくなる。

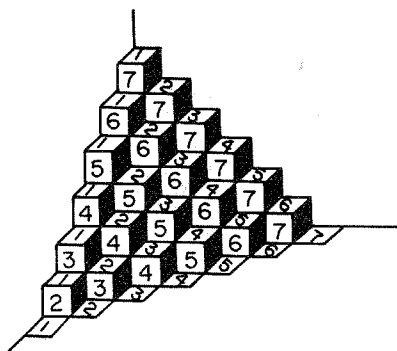


図-2.12 区間相互の単位便益模型

つぎに、このような高速道路の1路線に対して、その間の路線沿いに発生集中する交通相互の単位便益を、前項2-3-3に示した単位便益図と同様な方法により考察してみよう。

#### (1) 路線内にインターチェンジのない場合の便益

いま、起終端A、Bを持つ高速道路を想定し、この間に1, 2, ……nと順次インターチェンジを増加していったときの便益がどのように変化するかを調べて見る。交通はA B間のすべての点から発生するものとする。これは単位便益を考えるのであるが、等分布交通の場合と見なしでも差支えない。

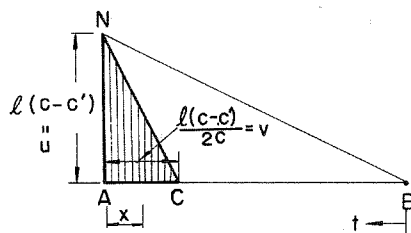


図-2.13 インターチェンジのない場合の単位便益 (面 積)

まず、A B間にインターチェンジがない場合、すなわちA、Bのみしか出入が許されない場合について考える(図-2.13)。起終端をA、Bとする交通の受ける便益は、A B間の距離を $l$ とすれば、さきの記述にしたがい、 $l(c-c')$ であらわされる。図-2.13でAの上に $l(c-c')$ の長さでたてた垂線の頂点NとBとを結ぶ三角形ANBは、Bに一方の端を持ち、他の一方の端をA B間の任意の点に持つ交通が、もしその発生点で自由に出入することができるとしたときに受ける単位便益をあらわしている。しかし、いまはA、B以外には出入を許されないから、A Bの途中にある交通が高速道路を利用するには、一たんAまたはBまで一般

道路を利用して戻らなければならない。

B 点に一方の端を持つ交通のみに着目するならば、他の一方の端を A から B へ向い、X だけ進んだところに発生する交通が、A を通って B へ達するときに得られる便益は、

$$(xc + l c') - (l - x) c = l(c - c') - 2xc = f(x)$$

であり、A を利用しうる最遠点 C は、 $x = l(c - c') / 2c$  の点である。

$\overline{NA} = l(c - c')$  を  $u$ 、 $\overline{AC} = l(c - c') / 2c$  を  $v$  であらわすならば、一方の端を B に持つ交通の単位便益の総和は、 $\triangle ANC$  であり、

$$\int f(x) dx = \frac{uv}{2} \text{ ---- (2.22)}$$

である。つぎに B 点にあった交通の端を、B から A に向けて徐々に移して見る。図 -

2.14 において、B から A

の方向に向い  $t$  だけ離れた点

T に一方の端を持つ交通の便

益を見ると、さきの B に端を

持つときにくらべて、 $2ct$

だけ便益は減少する。これを

図解するならば図 - 2.14

のようになるが、図 - 2.13

に示した便益三角形と相似形

のまゝ減少する。さきと同様

$t = l(c - c') / 2c$  の点 D

で便益三角形は 0 となる。

このように、B から交通端

を移動したときの便益三角形

の変化を求めることは、この

便益三角形をもつてさらに

に積分することに他ならない。

$t = l - x$  であるから、AB

間にインターチェンジのない

場合のすべての相互交通の単

位便益の総和  $B_0$  は、

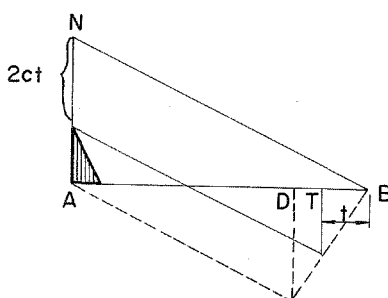


図 - 2.14 交通端の移動に伴う便益の減少

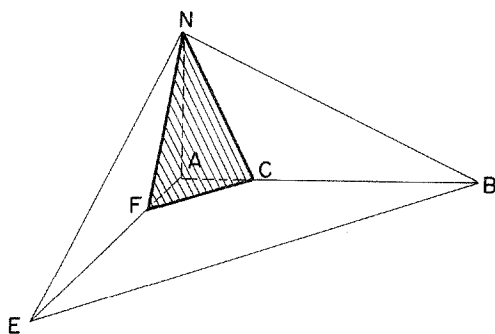


図 - 2.15 インターチェンジのない場合の便益 (立体)

$$B_0 = \iint f(x) dx dt = \frac{uv^2}{6} \dots\dots\dots (2.23)$$

これを図解したものが図-2.15である。図において  $AF=AC$  であり、総便益は  $\triangle ACF$  を底とし、 $N$  を頂点とする三角錐で示される。なお  $\triangle ABE$  を底とする三角錐は、 $AB$  間のすべての点から自由に交通が高速道路へ出入することができるときの総便益をあらわしている。この図は、さきにあげた単位便益模型(図-2.12)と概念的に同一のものである。

## (2) インターチェンジを1箇所設けた場合

等分布交通の場合には、インターチェンジは中点に設けるときに便益は最大となる。以下、インターチェンジの設置は、その箇所にかかわらず、すべて路線上に等間隔に配置されるものとして取扱う。

図-2.16(1)において、 $AB$  間の中点に  $S_1$  なるインターチェンジを設けるときを考える。前と同様、まず一端を  $B$  に持つ交通について見るならば、 $S_1$ 、 $B$  間に他の端を持つ交通については、

$S_1$  に近い一部が、 $S_1$ 、 $B$  間について高速道路を利用することで便益を受け、その大きさは、図の  $\triangle HS_1G$  であらわされる。これはさきの便益三角形  $\triangle NAC$  に相似である。つぎに  $A$ 、 $S_1$  間にある交通のうち、一部は  $S_1$ 、 $B$  間の高速道路を利用し、 $A$  に近い一部は  $AB$  間を利用する。

結局多角形  $NAGHI$  がこの場合の総便益で、このうち、ハッチされた菱形の  $IOGH$  が新し

いインターチェンジ  $S_1$  のために増加した便益であり、これが  $S_1$  を建設したことによる便益である。

つぎに、これを前と同じく  $B$  点から  $A$  方向へ交通端を移動したときの便益の変化を見よう。図-2.16の(2)において、 $B$  から  $t$  だけ離れた  $T$  では、上図(1)に比しすべての点で  $2ct$  だけ減少する。このようにして、 $t$  の移動について原多角形  $NAGHI$  を積分すると図-2.17 に示す多面体を得られる。

この場合の全体便益  $B_1$  は、

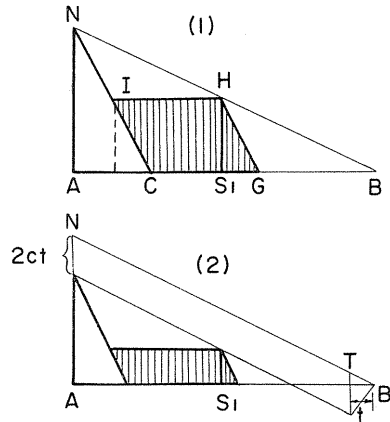


図-2.16 インターチェンジ1箇所の便益多角形

$$B_1 = \frac{uv^2}{6} + \frac{uv(1-v)}{8} \quad \text{--- (2.24)}$$

(2) インターチェンジを複数

個置いた場合、2箇以上の  
インターチェンジを設けた  
場合も、それぞれインター  
チェンジ間隔が  $l/(n+1)$   
で分割されるだけで、これ  
まで述べて来たのと全く同  
様な方法で便益多面体を作  
ることができる。図-2.18  
はその1例である。誘導の  
経過を省略し、結果のみを  
示すと、インターチェンジ  
が  $n$  箇の場合の総便益  $B_n$

は、

$$\begin{aligned} B_n = & \frac{uv^2}{6} + \frac{1}{(n-1)^3} \\ & \{ \{ 1^2 + 2^2 + \dots + (n-1)^2 + n^2 \} (1-v) \\ & uv + \{ (n-1)1 + (n-2) \\ & 2 + \dots + 2(n-2) + 1 \\ & (n-1) \} (1-v)^2 u - \\ & \{ (n-1)^3 + 1 + (n-2)^3 + 2 + \dots + 2^3 + (n-2) + 1^3 + (n-1) \} \frac{uv^2}{6} \} \dots \dots \dots \end{aligned} \quad \text{--- (2.25)}$$

ただし、 $u = l(c-c')$ ,  $v = \frac{l(c-c')}{2c}$

$B_n$  は  $n$  を無限大としたとき、図-2.18 のA, B, D, Nを結ぶ三角錐の体積となる。この値は  $B_n = ul^2/6$  である。

図-2.19は式(2.25)を用い、 $c=2$ ,  $c'=1$ とし、 $B_n$ の値が1.6となるように  $l=9.8$  として計算した  $B_n$  の値と、限界便益を示す  $B_n - B_{n-1}$  を表わしたものである。 $n$ が増大するにつれ、 $B_n$ は次第に飽和点1.6に近ずき、一方限界便益は、 $n=2$ のとき最大となる。もし、インターチェンジの建設費がどれも同じであるならば、図の限界便益  $B_n - B_{n-1}$  は、そのまま限界費用便益の相対値

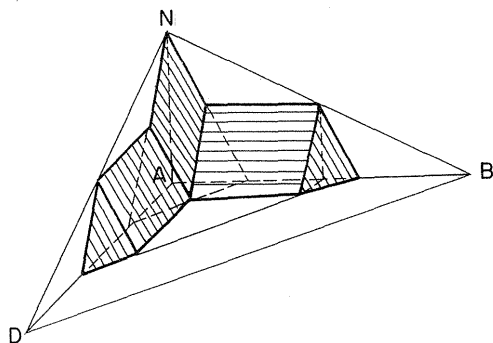


図-2.17 インターチェンジ1箇の場合の便益多面体

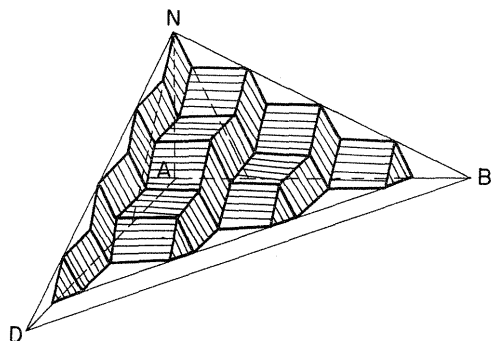


図-2.18 インターチェンジ3箇の場合の便益多面体

をあらわし、さきに図-2.2で示したインターチェンジの順序付けにおける限界費用便益比の図を数字的に示したものと見える。すなわち、限界便益比は漸減傾向をとるのでなく、始めは次第に上昇し、ある個数目を頂点として減少することが理論的に確められた。

これは単位便益多面体で、交通量がすべて等しいとしたときのこと

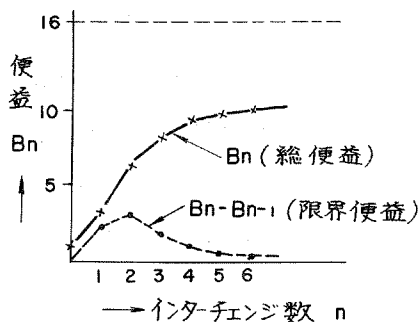


図-2.19 インターチェンジ数の増加と便益

であるが、単位便益多面体（例えば図-2.18）の底辺三角形で示される各点の持つ交通量が異なる場合でも、2-2で示した順序付けによって行なえば、同様な形を持つ限界便益比曲線を得ることができよう。その場合、各点の持つ交通量のいかんによって、最大の限界便益をもたらす点は異なることとなる。

### 2-3-5 インターチェンジ効率係数

前節で、インターチェンジは0D点が高速道路路線上にあるときは、そのうちのどれかの上に置くことが最も便益を大きくし、また等分布交通の場合には、中間点へ置くのが良いことを見た。しかし、一般には0D点は高速道路上よりも離れて散在しており、その場合の便益算定については、既に2-3-2で明らかにした所である。このような0D点が平面的な勢力圏の広がりの中に分散している場合でも、0D点がインターチェンジから離れているほど便益が少なくなることは一般的なことである。換言すれば、あるインターチェンジの位置に関して、同一の出入交通量ならば、その出入量のすべてがインターチェンジの位置に0D点を持つ場合が最も便益が高いといえる。

このため、出入量のすべてがインターチェンジ位置に0D点を持つ場合の便益を基準とし、これと実際の0D点が分散している場合の便益との比をとるならば、インターチェンジの便益上の効率を測る尺度とすることができる。これを「インターチェンジ効率係数」 $\epsilon$ と呼ぶこととする。2-3-2で用いた記号および式をもってあらわせば、交通がインターチェンジ上に0D点を持つとした場合の便益総額 $Z_0$ は

$$Z_0 = (c - c') \sum_{i=1}^n (q_i + q_j) \quad \text{--- (2.26)}$$

であるから、式(2.10)と式(2.26)の比をとり、

$$g = \frac{z_I + z_{II}}{z_0} = \frac{\sum_i \{ c(x_{i1} - x_{i3}) - c' l_I \} q_i + \sum_j \{ c(x_{j2} - x_{j3}) + c' l_{II} \} q_j}{(c - c') l_I \sum (q_i + q_j)} \quad (2.27)$$

この効率係数が、具体的にどのような意味を持つかを、東名高速道路のインターチェンジを例として考察して見よう。東名高速道路が静岡県を通過する約190Kmの区間に対して、11のインターチェンジが計画されており、静岡県内のはほとんどすべての地域が東名高速道路の勢力圏に包含されている。この11のインターチェンジについて効率係数 $g$ を測定した。その算定法はつぎの通りである。

#### (1) 勢力圏とOD点

インターチェンジの出入交通量については、日本道路公団経済調査課によって推定作業が行なわれているが、これは1つのインターチェンジについて1～2程度のゾーン区分しかされておらず、そのため勢力圏内のOD点の位置とその点の発生集中交通量とを実情に即して得ることができなかったので、つぎの操作により、勢力圏と、その圏内のOD点および各OD点のインターチェンジ利用交通量とを推定した。

まず勢力圏については、公団で調査されたゾーン区分にとらわれず、市町村単位の行路区域毎に、その中心地（具体的には行政庁所在地点）をOD点とし、そのOD点毎に表-2.2の方式により勢力圏の判別、すなわち利用インターチェンジを確定する。つぎにOD点からのインターチェンジ利用量を求めるのであるが、これにはつぎの手続が必要である。その第一は、OD点の発生集中交通量を求めることであり、第2はそのうちからインターチェンジを利用する交通量を求めることである。

#### (2) インターチェンジ影響係数による出入交通量の推定

OD点の発生集中量としては、そのOD点が代表するゾーン（行政区域）の37年度自動車登録台数を採用した。自動車登録台数と発生集中量の相関性については、<sup>(12)</sup>建設省が実施した昭和37年度OD調査による各ゾーン（静岡県内87の市町村を24のゾーンにまとめたもの）の発生集中量と、ゾーン内の自動車登録台数との相関を求めて見ると、表-2.5に見られるように、相関係数0.930という高い相関性を示し十分に実用的であることが確められた。

つぎにインターチェンジ利用交通量を求めることは、OD点の発生集中量の分布交通量の一部を把握することに他ならない。今、あるOD点で代表されるゾーンの交通の発生量の距離分布を見るならば、遠方へ行くほど交通量は少なくなる。その傾向は、重力モデルを援用するならば、次式のように分布すると考えることができる。

この場合、交通の他の端の交通発生力は平均的なものを取り、無視するものとする(図-2.20)

表-2.5 自動車登録台数と発生集中交通量の相関

$$y = \frac{K}{x^2} \dots\dots (2.28)$$

ただし、 $y$  : OD点より距離 $x$ だけ離れた地点への交通量

$K$  : 交通発生力に対する比例常数

あるOD点からの発生集中量の、最も近い到着地点までの距離を $t$ とすれば、全発生集中量は、 $t$ 以遠の交通量の総和であるから、これを $T$ とすれば

$$T = \int_t^{\infty} y dx = \int_t^{\infty} \frac{K}{x^2} dx = \frac{K}{t} \dots\dots (2.29)$$

この全発生集中交通量のうち、あまりOD点から離れていない地点までの交通は高速道路を利用せず、ある距離 $a$ のとき初めて高速道路に転換する。 $a$ 以遠の交通はすべて高速道路に転換するものとすれば、高速道路利用交通 $q$ は上と同様に、 $q = K/a$ であるから、高速道路転換交通の全発生集中交通量に対する割合は

$$\frac{q}{T} = \frac{K/a}{K/t} = \frac{t}{a} \dots\dots (2.30)$$

交通の直近到達距離 $t$ をすべてのOD点について一定とすれば、 $1/a$ はあるOD点の全発生集

中量に対する高速道路利用交通の割合を示す比例常数となる。この $1/a$ を「イン

ゾーン名	1) 自動車登録台数	2) 発生集中交通量
富士宮	2,186	1,118
吉原	6,192	5,230
御殿場	1,432	1,706
裾野	1,010	362
沼津	6,733	5,018
三島	2,304	1,944
伊豆長岡	2,074	677
下田	1,866	267
熱海	3,288	2,527
榛原	2,096	609
島田	2,781	1,865
藤枝	3,232	1,670
静岡岡	13,405	7,138
大井川	77	66
清水興津	9,057	3,995
由比	896	1,678
三ヶ日	1,075	229
新居	1,153	1,521
浜松	10,054	6,262
磐田	2,759	1,774
天竜	3,029	804
掛川	1,169	958
大須賀	1,194	327
相関係数 $r = 0.930$		

注: 1) 静岡県陸運事務所調査37年度市町村別在籍車両数による。

2) 24時間の路側調査による量であって、ゾーン内交通量はほとんど含まれていない。

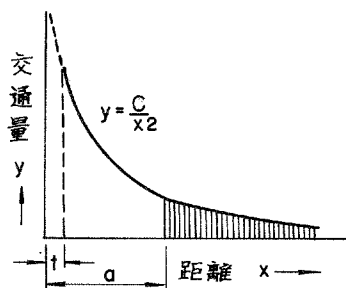


図-2.20 距離と交通量



ターチェンジ影響係数」と呼ぶこととする。

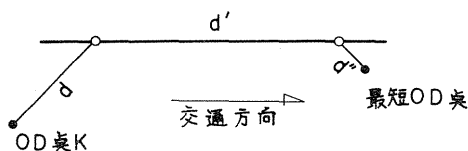
あるOD点から高速道路を利用する最短距離 $a$ は、図-2.21および次式に示すところとなる。

$$a = d + d' + d'' \dots\dots\dots (2.31)$$

ここに、 $d$  : あるOD点からインターチェンジまでの距離、 $d'$  : インターチェンジから次のインターチェンジまでの距離、 $d''$  : 次のインターチェンジから最短距離にあるOD点まで

の距離

東名高速道路静岡県  
のインターチェンジ間  
平均距離 16.8Km( $d'$ )



インターチェンジから 最も近いOD点(行政

図-2-21 インターチェンジを利用する最短距離

区域の中心点)までの平均距離 3.6Km( $d''$ )とから、 $d' + d''$  をほぼ 20Kmとすれば、インターチェンジ影響係数は、

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{d + 20} \dots\dots\dots (2.32)$$

で近似される。Killin はインターチェンジの交通吸引力(Draw Factor)として、

$$D.F. = p_k / d_k \quad \text{ただし } p_k : k \text{ 区画の人口, } k = 1, 2, \dots, 24$$

$d_k$  : K 区画の中心からインターチェンジまでの距離

という同様の係数を用いているが<sup>(13)</sup>、 $d_k$ として、OD点からインターチェンジまでの距離[式(2.31)の $d$ に相当]のみを採っているのは疑問である。式(2.31)の $d'$ と $d''$ を考慮しないと、 $d$ の影響が強く出過ぎて実情に即さない欠陥を生ずる。

1つのインターチェンジの出入交通量 $Q$ はその勢力圏内のOD点からのインターチェンジ出入量の総和として次式により求められる。

$$Q = \sum_i q_i = \sum_i \frac{q_i}{d_i + 20} \dots\dots\dots (2.33)$$

表-2.6 インターチェンジ交通需要度の推定例(吉原インターチェンジ  
西行交通)

ゾーン名	37年度自動車数 $m$ (台)	インターチェンジ までの距離 $d$ (km)	交通需要度 <sup>1)</sup> $p = m_i / (d + 20) \times 2$
吉田市	3,584	1.7	82.60
富士市	2,064	3.7	43.54
鷹岡市	544	3.2	11.72
富士嶺市	1,988	8.8	34.51
芝川町	198	19.2	2.53
原町	285	14.7	4.11
計	8,663		179.01

注1)  $p = m / (d + 20) \times 2$  として、 $m$ を2で割っているのは、東西2方向に分割されるためである。あるOD点に対して、数本の高速道路が存在するときは、さらにその数で割らねばならない。

表-2.6 はこのようにして求めたインターチェンジ出入交通量推定の一例である。ただしこれは出入交通の実数でなく、基礎交通量として、自動車登録台数をそのまま用いているから、相対的な交通需要度である。これはインターチェンジ効率係数の算出には、すべて比の形ででてくるから差し支えない。

表-2.7 インターチェンジ出入交通量と交通需要度との相関

インターチェンジ	インターチェンジ 出入交通量(Q)	勢力圏内自動車 登録台数(M) <sup>1)</sup>	影響係数による 交通需要度(P) <sup>2)</sup>
三日	832	1,609	50.54
浜松	5,556	14,159.5	481.53
袋井	1,370	3,501.5	117.76
菊川	440	2,735	87.15
吉田	2,070	3,721	128.72
焼津	1,696	3,344	140.38
静岡	6,086	13,226.5	549.74
清水	4,407	10,317	411.48
吉原	4,777	9,600	381.91
沼津	6,070	15,120	501.36
御殿場	3,956	1,499	63.98
相関係数 $r_{QM} = 0.934$ $r_{QP} = 0.947$			

注1)  $M = \sum m_i$  インターチェンジ勢力圏内各ゾーンの登録台数 $m_i$ の総和、勢力圏が東西別々のときは $\frac{1}{2}$ としてそれぞれの勢力圏に分割して計算した。

2)  $P = \sum P_i + \sum P_o$ 、各インターチェンジ勢力圏毎に、東西方向別に交通需要度を計算し、合計したもの。東西別の $\Delta P_i$ および $\Delta P_o$ については、表-2.8参照。

このOD点別の影響係数を考慮に入れた交通需要度が、実際の出入交通量または推定交通量とどの程度に相関性があるかについて調べると、表-2.7に示すように、道路公団のインターチェンジ別推定出入交通量(44年度)と単純な各インターチェンジ圏内の37年度登録台数との相関性は、相関係数0.934あるのに対して、これに影響係数の重みを乗じた交通需要度の場合は、0.947と若干上昇しておりその有効性が認められる。

### (3) 効率係数から見た東名高速道路インターチェンジの特性

静岡県内のインターチェンジにつき、影響係数を考慮した交通需要度を用いて、効率係数を算出した結果を表-2.8に示す。

表-2.8 インターチェンジ効率係数

インターチェンジ名	西 行		東 行		インターチェンジ合計	
	交通需要度 $\Sigma p_{\ast}$	効率係数 $q_{\ast}$	$\Sigma p_{\ast}$	$q_{\ast}$	$\Sigma p_{\ast} + \Sigma p_{\ast}$	$g$
三ヶ日	33.42	1.049	17.12	0.938	50.54	1.015
浜松	253.34	0.633	228.19	0.943	481.53	0.784
袋井	50.10	1.103	67.66	0.644	117.76	0.841
菊川	47.51	0.801	39.64	1.310	87.15	1.033
吉田	52.63	0.515	76.09	0.443	128.72	0.472
焼津	68.00	0.848	72.38	1.190	140.38	1.108
静岡	276.42	1.279	73.32	0.163	549.74	0.724
清水	211.45	0.966	200.03	0.851	441.48	0.916
吉原	179.01	0.819	203.96	1.476	381.97	1.162
沼津	253.60	0.637	247.76	0.836	501.36	0.732
御殿場	30.94	1.482	33.04	0.933	63.98	1.200
合 計	1,456.42	0.918*	1,458.19	0.882*	2,914.61	0.905*

注)  $g$  の合計欄については、インターチェンジ毎の合計欄(最右欄)は加重平均値、最下段の全インターチェンジ合計欄の\*を付した値は単純平均値を示す。

表-2.8を見ると、全体平均としては、0.905 という数値が得られたが、各インターチェンジ毎に見ていくならば、インターチェンジの東西方向合計として見ると、吉田インターチェンジの0.472 が最も低い数値を示している。また次に静岡の0.724、沼津の0.732、浜松の0.784が比較的悪い数字を示している。これをさらに東西毎に見て見ると、吉田は、西行0.515、東行0.443でいずれも悪く、又静岡の東行0.163、浜松の西行0.633で、これが全体の係数値を悪くさせていることを示している。沼津は東西両側とも比較的低い数値である。これらを図-2.22のインターチェンジ位置図に照しても明らかなように、静岡インターチェンジはその位置が都市の西に偏しているため、東側への交通に対する効率がきわめて悪く、浜松はその位置が東へ偏しているために、西側に対する効率係数を低くさせている。又吉田は主要OD地点(島田)がインターチェンジより遠く、

東西いずれに行く場合も隣接インターチェンジを利用する場合に比し、便益が多くないことがその原因である。沼津も又インターチェンジ主要 O D 地点から遠く離れていることに効率を悪くしている原因がある。

このように、O D 点からインターチェンジが離れるほど効率係数の値が小さくなり、インターチェンジの効率を低めることが、理論的にも、実証的にも明らかになった。効率係数の値が低く、かつそのインターチェンジの費用便益比が低いときは、インターチェンジの位置を変えること（路線位置の変更を含む）を考慮すべきである。また効率係数の値が低くても、なお費用便益比の値が高いときは、さらにインターチェンジの増設が考慮しうる。上記各インターチェンジの場合どのような処置をとるべきかは、個々の交通条件等によって異なり、さらに立入った検討をしなけ

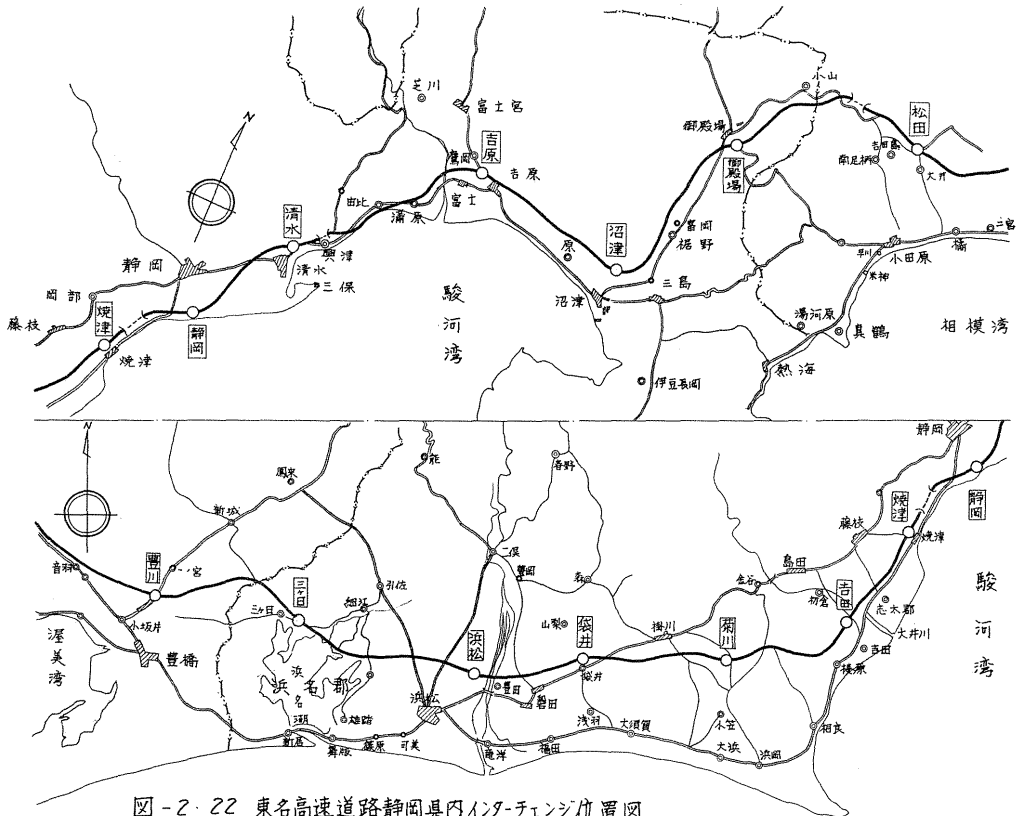


図-2・22 東名高速道路静岡県内インターチェンジ位置図

れはならない。これらについては、第3章においてあらためて論究することとした。  
い。

また効率係数が1を超えるものは、比較すべき一般道路の条件が悪く距離が相対的に長い場合にあらわれ、明らかにインターチェンジの効率の高さを物語っている。このようにインターチェンジ効率係数は、インターチェンジ位置の適正さの判定にきわめて有効に利用しうるものである。

## 2-4 インターチェンジ設置に必要な交通量

### 2-4-1 費用便益比とその構成

インターチェンジの建設の可否の尺度の一つとして、費用便益比が用いられる。費用便益比を構成する主要要素は、隣接インターチェンジとの距離、出入交通量およびインターチェンジ建設費の三者である。便益は、すでに見たように必ずしも隣接インターチェンジとの距離に比例的ではなく、OD点の位置により相違はあるが、平均的な効率係数を用いることで、比例的であると見なすことができる。本節では、その他建設費に関連する維持管理費や、比較期間の通算における交通の増加率の影響等を検討しながら費用便益比を尺度として、建設費や隣接インターチェンジ間隔に対応する必要最小交通量（限界交通量）を求め、インターチェンジ設置の指針を求めることを試みる。

インターチェンジ設置の費用便益比を $S$ とすれば、その定義から、

$$S = V_B / V_C \quad \dots\dots(2.34)$$

ただし、 $V_B$ ：経済的耐用年数（比較期間） $t$ 年間の便益の現在価値（円）

$V_C$ ：建設費および $t$ 年間の維持費および管理費の現在価値（円）

$$V_B \text{ はまた、} V_B = K_B B_1 \quad \dots\dots\dots(2.35)$$

ただし、 $K_B$ ：便益の現在価値係数、 $B_1$ ：初年度便益（円）

$$\text{また、} B_1 = 365(c-c')lgq \quad \dots\dots\dots(2.36)$$

ただし、 $l$ ：両隣接インターチェンジとの平均距離（ $K_m$ ）、 $g$ ：インターチェンジ効率係数、 $q$ ：インターチェンジ出入初年度日交通量（台）

一方、費用の現在価値 $V_C$ は、

$$V_C = K_M M + K_R R + P \quad \dots\dots\dots(2.37)$$

ただし、 $M$ ：インターチェンジの初年度維持費、 $K_M$ ：維持費の現在価値係数、 $R$ ：初年度管理費、 $K_R$ ：管理費の現在価値係数、 $P$ ：インターチェンジ建設費、

ここにいう管理とは有料道路における管理に要する費用をいう。インターチェンジを建設

するための国民経済的採算に必要な費用便益比を $s$ とすれば、採算上必要な初年度交通量すなわち限界交通量 $q$ は次式で算出する。

$$q = \frac{s(K_M M + K_R R + P)}{365(c-d)K_B \lg} \dots\dots\dots (2.38)$$

以下、式(2.38)の各要素につき、具体的な数値について考察する。

## 2-4-2 限界交通量の算定基礎

### i) 便益の現在価値係数 $K_B$

比較期間である経済的耐用年数の間の年々の便益を、開通初年度の現在価値に還元して便益を評価するのであるが、便益が交通量に比例して増大するものとすれば、交通量の増加傾向の方式により、還元方式が異なる。最も一般的なものとして、交通量の増加が等差級数的である場合と、等比移数的である場合とがある。また交通量は本線の交通容量とも関連する。すなわち、本線の交通量が交通容量に達した時点で、インターチェンジの出入量もその時点以降増加しないと考えるのが一般的である。

#### a) 等差級数増加の場合

交通量が容量に達する年次までの便益の現在価値 $A_1$ は、

$$A_1 = R_1 a_{\overline{n}} + \frac{d}{i} (a_{\overline{n}} - n v^n) \dots\dots\dots (2.39)^{(14)}$$

ただし、 $R_1$ ：初年度便益、 $i$ ：年利率、 $d$ ：便益の年増加額（公差）、 $n$ ：容量に達する年次。

$$v^n = \frac{1}{(1+i)^n}, \quad a_{\overline{n}} = \frac{1-v^n}{i} = \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{i} \quad (\text{現価率})$$

また容量に達した翌年から比較期間終期までの便益の現在価値 $A_2$ は、

$$A_2 = R_2 (a_{\overline{t}} - a_{\overline{n}}) = \{ R_1 + (t-n)d \} (a_{\overline{t}} - a_{\overline{n}}) \dots\dots\dots (2.40)$$

ただし、 $R_2$ ：容量に達した年次の便益、 $t$ ：比較期間（経済的耐用年数）

したがって全期間の便益の現在価値は、

$$A = A_1 + A_2 = R_1 a_{\overline{n}} + \frac{d}{i} (a_{\overline{n}} - n v^n) + \{ R_1 + (n-1)d \} (a_{\overline{t}} - a_{\overline{n}}) \dots\dots\dots (2.41)$$

等差級数増加における現在価値係数  $K_B(a)$  は,

$$K_B(a) = \frac{A}{R_1} = a_{\frac{n-1}{n}} + \frac{d'}{i} (a_{\frac{n-1}{n}} - n v^n) + \{1 + (n-1)d'\} (a_{\frac{t}{t}} - a_{\frac{n-1}{n}}) \dots \dots \dots (2.42)$$

ただし,  $d' = \frac{d}{R_1}$

b) 等比級数増加の場合

交通量が容量に達する年次までの便益の現在価値  $A_1$  は

$$A_1 = R_1 \frac{1 - (\frac{1+r}{1+i})^n}{i-r} \dots \dots \dots (2.43)$$

ただし,  $r$  : 便益の年増加率

容量に達した年次以降の便益総額の現在価値  $A_2$  は

$$A_2 = R_1 (1+r)^{n-1} (a_{\frac{t}{t}} - a_{\frac{n-1}{n}}) \dots \dots \dots (2.44)$$

したがって等比級数的増加の場合の現在価値係数  $K_B(g)$  は

$$K_B(g) = \frac{1 - (\frac{1+r}{1+i})^n}{i-r} + (1+r)^{n-1} (a_{\frac{t}{t}} - a_{\frac{n-1}{n}}) \dots \dots \dots (2.45)$$

本線交通量が交通容量に達する年次  $n$  は, 次式から導かれる。

等差級数増加の場合

$$Q_1 \{1 + (n-1)d\} \geq Q_c \dots \dots \dots (2.46)$$

ただし,  $Q_1$  : 初年度の交通量(台/日),  $Q_c$  : 交通容量(台/日)

等比級数増加の場合

$$Q_1 (1+r)^{n-1} \geq Q_c \dots \dots \dots (2.47)$$

## ii) 維持費

インターチェンジの維持費については, 名神高速道路の実績から推定した。名神高速道路の昭和40年実施計画によれば, 表-2.8に示すところとなっている。これによれば照明関係の費用がほぼ60%を占めていることが注目される。なお公衆便所は, インターチェンジにバストップが併置されている所に置かれている。

表-2.9は, 名神高速道路のインターチェンジの建設費の一覧表である。本表は一表としてまとめたものに信頼しうるものがないので, 筆者が多くの原資料から調整作成したものである。

表－２・８ 名神高速道路インターチェンジ維持費内訳（単位：千円） －４０年度実施計画より－

インターチェンジ	面 積 ( $\text{m}^2$ )	照 明 灯 数	電 力 料	灯 具 維 持 費	電気設備 維 持 費	域 内 清 掃 費	公衆便所 清掃水道料	域内施設 維 持 費	植 栽 維持費	維 持 費 合 計 ( )内は公衆便所 関係を除く合計	
西 宮	9,454	131	1,920	355	550	109	—	59	86	3,079	( 3,079)
尼 崎	33,160	99	1,680	268	550	384	778	59	288	4,007	( 3,229)
豊 中	93,784	160	1,920	433	550	1,084	436	59	571	5,057	( 4,615)
茨 木	58,572	130	1,620	352	550	672	436	59	582	4,277	( 3,841)
京 都 南	76,432	154	1,860	417	550	1,032	—	59	662	4,580	( 4,580)
京 都 東	90,708	273	2,820	739	550	883	—	59	683	5,734	( 5,734)
大 津*	74,251	190	1,800	515	550	1,994	3,578	226	670	9,284	( 5,706)
栗 東	98,981	208	3,000	563	550	976	429	59	870	6,447	( 5,768)
八 日 市	59,180	120	1,800	325	550	585	429	59	493	4,241	( 3,812)
彦 根	76,580	141	3,040	382	550	755	429	59	590	4,805	( 4,376)
関ヶ原	66,930	94	1,560	255	550	661	429	59	610	4,115	( 3,686)
大 垣	52,179	81	1,560	219	550	515	—	59	253	3,156	( 3,156)
一 宮	90,568	154	2,450	417	550	894	—	59	566	4,886	( 4,886)
計	880,779	1,935	27,030	5,240	7,150	10,503	6,944	934	6,915	63,662	(56,468)
平 均	66,752	149	2,079	403	550	808	868	72	532	4,897	( 4,344)

\* 大津はサービスエリア併設

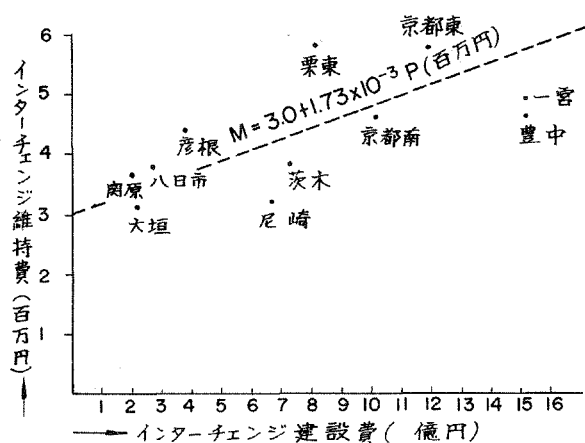


表－２．９ 名神高速道路インターチェンジ建設費内訳

インター チェンジ	建設費単位（千円）			用地面積 （㎡）	用地単価 （円／㎡）	初年度日交 通量（計画）
	工費	用地補償費	計			
西宮	652,860	240,700	893,560	9,454	25,450	8,640
尼ヶ崎	129,680	273,000	402,680	33,160	8,220	1,600
豊中	395,730	416,000	811,730	93,784	4,430	12,378
茨木	143,120	152,000	295,120	58,572	3,940	2,504
京都南	268,640	325,000	593,640	76,732	4,230	6,778
京都東	459,730	374,000	833,730	90,708	4,120	1,492
栗東	555,170	91,800	646,970	98,981	927	1,524
八日市	154,910	30,800	185,710	59,180	518	744
彦根	225,350	45,800	271,150	76,580	598	1,474
関ヶ原	155,420	28,400	183,820	66,930	425	720
大垣	123,990	40,600	164,590	52,179	778	3,620
一宮	628,980	355,000	983,980	90,568	3,810	9,082
小牧	244,980	258,600	503,580	81,500	3,175	424
合計	4,138,560	2,631,700	1,770,260	888,328		
平均	318,351	202,438	520,789	68,333	2,970	3,922

注１） 大津インターチェンジはサービスエリアと併設で分割できないため除外した。

注２） 用地単価は用地補償費を用地面積で除した値である。



図－２．２３ インターチェンジ建設費と維持費の関係

図－２．２３はインターチェンジ建設費と維持費の相関をあらわした図である。  
 名神高速道路の建設費のうち、用地補償費の㎡当り単価は平均して、２，９７０円／㎡であり、その後の土地価格の傾向から、例えば東名高速道路では、表－２．１０に示すように、静岡県管内だけで４，３５６円／㎡とほぼ５０％増であるが、地域的な条件を考慮に入れると、ほぼ平均的に２倍を算すると見ることができるので、表

表－２．９のうち、用地補償費を２倍とした場合の建設費と、表－２．８の維持費（公衆便所関係を除いたもの）との関係を示したのが図－２．２３である。この回帰曲線は式（２．４８）に示される。

$$M = 3.0 + 1.73 \times 10^{-3} P \quad (\text{単位：百万円}) \dots\dots\dots (2.48)$$

ただし、M：年間維持費，P：建設費

表－２．１０ 東名高速道路（静岡県内）インターチェンジ建設費内訳

インター チェンジ	建設費 単位（千円）			用地面積 （㎡）	用地単価 （円／㎡）	初年度日交 通量（計画）
	工 費	用地補償費	計			
御殿場	419,268	560,295	979,563	117,149	4,783	2,956
沼津	420,818	214,683	635,501	93,450	2,297	6,070
吉原	589,366	585,273	1,174,639	142,135	4,118	4,777
清水	464,507	774,527	1,239,034	135,400	5,720	4,661
静岡	390,080	713,760	1,103,840	86,500	8,252	6,340
焼津	309,343	303,724	613,067	43,272	7,019	1,646
吉田	373,981	138,088	512,069	52,170	2,647	2,071
菊川	296,344	162,825	459,169	55,690	2,924	440
袋井	378,197	137,190	515,387	70,280	1,952	1,371
浜松	406,220	353,406	759,626	82,337	4,292	5,556
三ヶ月	325,924	175,979	501,903	67,322	2,614	832
計	4,374,028	4,119,750	8,493,798	945,705		
平均	397,640	374,523	772,163	85,973	4,356	

維持費は、表－２．８に見られるように道路照明設備維持費および域内清掃維持費であって、それらはインターチェンジの交通量等に影響されず、年々一定であると見なすことができるから、維持費の現在価値係数 $K_M$ は、

$$K_M = a_T = \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^t}}{i} \dots\dots\dots (2.49)$$

で与えられる。

### iii) 有料道路管理費

インターチェンジで料金を収受する方式の有料高速道路では、そのための費用を余分に支出しなければならない。管理費は料金収受に要する人員に依存しており、その人員はまたインターチェンジ出入交通量に依存している。名神高速道路の営業所における収受員の配置計画は、入口の処理時間１台当り７秒、出口の処理時間１７秒に対して待合せ行列理論を基礎とした、ゲート当り処理台数から、昼間の時間交通量に対する所要車線数を算出し、これに夜間の時間交通量を昼間時間交通量の半数と見なして昼夜延配置人員を算出し、さらに勤務時間数、休暇、予備人員等

を入れて、料金収受員総人員数を算定している。これに管理職員を含め、統計的に見ると、昼間開放ゲート数のほぼ4.5倍の総人員となっている。

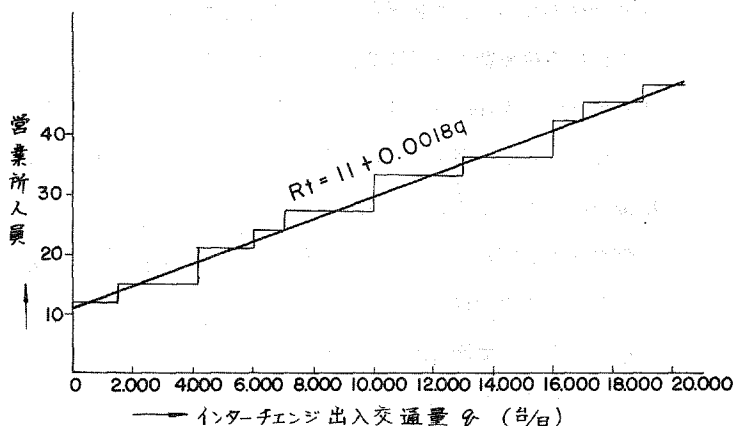


図-2.24 交通量と営業所総人員数の関係

図-2.24は交通量と営業所総人員との関連をグラフ化したもので、これから目視により交通量と人員との回帰式を引いて次式を得た。

$$R_t = 11 + 0.0018q \quad \dots\dots\dots (2.50)$$

ただし、 $R_t$  : インターチェンジ営業所人員、 $q$  : インターチェンジ出入交通量。

営業所人員1人当り年間経費は、人件費、事務費、営業所建築費および宿舍建築費(いずれも年経費に換算)等を合算し、約8000,000円と算せられるから、有料道路インターチェンジの管理費 $R$ は、

$$R = 8.8 + 1.44 \times 10^{-3} q \text{ (単位百万円)} \quad \dots\dots\dots (2.51)$$

となる。これは交通量10,000台/円として、年経費23,2000千円を算する。

費用便益比の算定における現在価値還元的方式としては、式(2.51)の右辺の第1項は年々一定であるから維持費の場合と同じ現在価値係数を用い、第2項は交通量とともに増加するから、便益における現在価値係数を用いることができる。したがって

$$K_R R = 8.8 K_R + 1.44 \times 10^{-3} q_1 K_R \quad \dots\dots\dots (2.52)$$

ただし  $q_1$  : 初年度交通量

#### IV) 建設費

インターチェンジ建設費はその型式、交通量、地価の及ぼす影響等によってはなはだしく異なる。どのような条件の場合に交通工学的にも適し、かつ最小の建設費のインターチェンジが得られるかは、第2編第4章定量的形式比較の項において論述することとするが、さきにあげた表-2.5および表-2.10の名神および東

名高速道路の実績が参考となろう。これは有料道路の場合であるが、大都市に近いインターチェンジは交通量が多いために大規模なものとなることと、総じて郊外地より地価が高いことの相乗積によって建設費がかなり高い。

これらの建設費には、建築関係費は算入されておらず、前記管理費中に含んだものを除いて、さらにトールゲート関係として、表-2.11に示すように1基あたりはぼ1,000万円という建設費を必要とする。交通量と所要ゲート数の関係は、理論的に得られた必要数を図-2.21

表-2.11 トールゲート関係建築費  
(1基あたり, 単位千円)

料金所	2,000
アイランド	406
料金収受機械	7,260
合 計	9,660 ÷ 10,000

で行なったと同様な方法で簡易計算

を行なうための回帰式を求めると、

ゲート数 $Q$ として次式が得られた。

$$Q = 2 + 5.0 \times 10^{-4} q \dots\dots (2.53)$$

これは、ゲートを1ヶ所に集めた例

例えばランベット型等における場合であるが、出入交通量10,000台/円として、7箇のゲートを要し、建設費に7,000万円を加算しなければならないことは留意すべきである。

#### V) 交通費用

交通費用については、走行費用および時間費用の合計額を採用することとし、東名高速道路における平均車種別割合によって加重平均したものを用いた。その詳細は表-2.12に示すが、一般道路交通費用 $c = 5.636$ 円、高速道路交通費用 $c' = 3.411$ 円である。

表-2.12 平均交通費用の計算

		乗 用	バ ス	普通貨物	小型貨物	全 車
全線平均交通量(台/日)44年度		7,227	976	10,896	3,221	22,321
車種別割合(%)		32.38	4.37	48.82	14.43	100
時間価値額(円/分)		10.00	28.92	5.91	3.22	
走行速度 (Km/時)	一般道路	40	30	30	30	
	高速道路	85	70	70	70	
一般道路 交通費用 (円/Km)	走行費用	14.20	64.60	61.40	33.80	
	時間費用	15.00	57.83	11.82	6.44	
	合計交通費用	29.20	122.43	73.22	40.24	
	車種重みつき費用	9.45	5.35	35.75	5.81	56.36
高速道路 交通費用 (円/Km)	走行費用	9.00	42.60	41.40	20.00	
	時間費用	7.06	24.79	5.07	2.76	
	合計交通費用	16.06	67.39	46.47	22.76	
	車種重みつき費用	5.20	2.94	22.69	3.28	34.11

#### vi) 費用便益比

費用便益比  $s$  をどのように見積るかは、この計算においてきわめて大きな影響を有する。もし、投資規模に制限のない場合ならば、費用に見合う便益があればその計画の採算に合うから、 $s = 1$  とすることができる。しかし投資規模に制限があり、他の計画または他の部門への投資に対する期待収益と比較する必要のある場合、すなわち機会費用を考慮に入らねばならぬ場合には、競合的な計画を持つ費用便益比を基礎としなければならない。

Mills は、これを 1.7 としており<sup>(15)</sup> 佐々木氏は公共投資に代替された民間投資の継続的再投資を考慮した場合の機会費用パラメーターを 2 と与えている。<sup>(16)</sup>

これらを勘案し、ここでは、 $s = 2$  を採用した。

#### vii) その他の数値

インターチェンジ効率係数：表 - 2.7 の平均値として、 $g = 0.9$  を採用する。

交通容量： $Q_c = 4,000$  (台/日)

利率： $r = 0.06$

### 2-4-3 インターチェンジの間隔、建設費および出入交通量

前節の諸数値を基本として、インターチェンジ間隔および建設費をパラメーターとして、限界出入交通量を算定した結果を表 - 2.13 に示す。同表は交通量の増加傾向は等比級数的であるとして、その年増加率を 0.05、0.07 および 0.10 の三者について計算したものである。

表中上欄は無料道路の場合、下欄( )内は有料道路の場合である。この計算において、有料道路の料金は交通費用の計算に含まれていない。これは経済学的に、有料道路料金が税と同じく、単に財の所有の転移と見なされるからである。

図 - 2.25 は、表 - 2.13 の一部をグラフとして示したものである。この図にも明らかであり、また計算式に示される通り、限界交通量は有料、無料とも、インターチェンジ建設費の増加につれ、一次的な関係で増加し、隣接インターチェンジとの間隔の増加に対しては、一次的な関係より減少する。ただ有料道路の場合には、管理費に見合うための交通量に加算されるために、無料道路に比し 20 ~ 80 % 余分な交通量を必要とする。その影響は建設費が大きいくほど相対的に少なくなり、またインターチェンジ間隔が大きくなるほど少なくなる。ただ建設費は、その設置点における条件によって異なるものの、有料道路では、料金収受の便のため、トランペット型とし、またゲート建設も必要とするが、無料道路の場合はもっとも建設費の少ないダイヤモンド型でよいから、その設置の可否が問題となるような比較的交通量が少なく、規模

の小さいインターチェンジの場合の限界交通量としては、有料道路は無料道路の場合のはば2倍程度の交通量を必要とすると見なしてよい。

また有料道路にあっては、料金賦課のために、無料道路である場合より転換率が低下することで受ける社会的損失の他に、採算上からインターチェンジの間隔が広くなるためにさらに利用率の下ることによる損失を加えなければならないので、開発効果を期待する比較的交通量の低い高速道路にあっては、有料道路であることによる社会的損失はかなり高くなるということができる。

なお上記の計算においては、間接便益は算入されていない。したがって、個々のインターチェンジ開設によって間接便益が生ずるならば、その大きさによって限界交通量は減少する。高速道路全体における直接便益に対する間接便益の比率は名神および東名高速道路ではほぼ1であったが、インターチェンジの開設によっても同様な比率で間接便益が発生するならば、限界交通量は表に示された値の半分でよいこととなる。しかしこれはインターチェンジの経済地理的環境（都市地域であるか、低開発地域であるか等）によってかなり変動するであろう。

有料道路の場合の料金収入による私企業の採算から見た限界交通量は、国民経済的採算による本表に示した値とはほぼ等しいと考えてよい。国民経済的採算においては、1Kmあたりの交通費用の節約はほぼ20円であり、これを費用便益比2として採算を計算したのに対して、料金収入はKmあたり約10円であるから、採算率を1とすれば、ほぼ同程度の交通量で私企業の採算もとれると見なされる。また、料金収入は、新しいインターチェンジへ隣接インターチェンジから交通が転換するに際して、高速道路をより長く利用するケースⅠでは増加するが、高速道路をより短かく利用することとなるケースⅡでは、逆に料金収入は減少する。東名高速道路静岡県管内の実例では、1つのインターチェンジの出入交通量のうち、大部分がケースⅠに属し、平均して僅か3%のみがケースⅡに属する交通である。したがって、料金収入は両隣接インターチェンジ間の距離が等しいとすれば、全出入交通量に隣接インターチェンジまでの距離を乗じたものの96%となる。これは国民経済的採算において、インターチェンジ効率係数として0.9を乗じたことと、ほぼ見合うものである。

表-2・13 インターチェンジ設置に必要な限界交通量

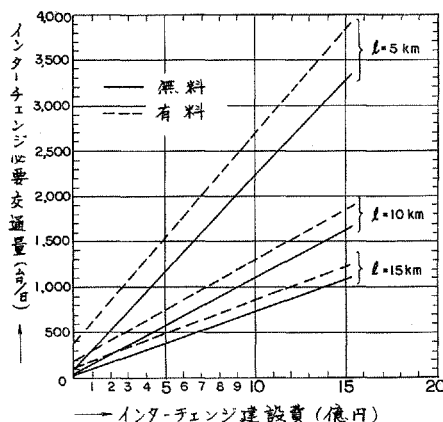
隣接インターとの平均距離 (KM)	建設費 (億円)	交通量の伸び率 5 %			交通量の伸び率 7 %						
		本線初年度交通量			本線初年度交通量 (台/日)						
		10,000以下	11,000以下	12,000以下	6,000以下	7,000以下	8,000以下	9,000以下	10,000以下	11,000以下	12,000以下
		インターチェンジ交通量 (台/日)			インターチェンジ交通量 (台/日)						
5	2	513 ( 831 )	516 ( 837 )	523 ( 847 )	390 ( 633 )	398 ( 645 )	408 ( 661 )	414 ( 670 )	428 ( 693 )	436 ( 707 )	456 ( 739 )
	5	1,153 ( 1,526 )	1,162 ( 1,537 )	1,176 ( 1,556 )	878 ( 1,162 )	896 ( 1,186 )	917 ( 1,214 )	931 ( 1,231 )	963 ( 1,274 )	982 ( 1,299 )	1,026 ( 1,358 )
	10	2,221 ( 2,685 )	2,237 ( 2,705 )	2,265 ( 2,738 )	1,692 ( 2,045 )	1,726 ( 2,086 )	1,767 ( 2,136 )	1,792 ( 2,167 )	1,854 ( 2,242 )	1,891 ( 2,286 )	1,977 ( 2,390 )
	15	3,289 ( 3,844 )	3,313 ( 3,872 )	3,353 ( 3,920 )	2,505 ( 2,928 )	2,556 ( 2,987 )	2,616 ( 3,058 )	2,654 ( 3,102 )	2,746 ( 3,210 )	2,800 ( 3,273 )	2,927 ( 3,421 )
10	2	256 ( 398 )	258 ( 401 )	261 ( 406 )	195 ( 303 )	199 ( 309 )	204 ( 316 )	207 ( 321 )	214 ( 332 )	218 ( 339 )	228 ( 354 )
	5	576 ( 731 )	581 ( 737 )	588 ( 746 )	439 ( 557 )	448 ( 568 )	458 ( 582 )	465 ( 590 )	481 ( 611 )	491 ( 623 )	513 ( 651 )
	10	1,110 ( 1,287 )	1,118 ( 1,297 )	1,132 ( 1,312 )	846 ( 980 )	863 ( 1,000 )	883 ( 1,024 )	896 ( 1,039 )	927 ( 1,075 )	945 ( 1,096 )	988 ( 1,145 )
	15	1,644 ( 1,845 )	1,656 ( 1,856 )	1,676 ( 1,879 )	1,252 ( 1,404 )	1,278 ( 1,432 )	1,308 ( 1,466 )	1,327 ( 1,487 )	1,373 ( 1,539 )	1,400 ( 1,569 )	1,463 ( 1,640 )
15	2	171 ( 262 )	172 ( 263 )	174 ( 267 )	130 ( 199 )	132 ( 203 )	136 ( 208 )	138 ( 211 )	142 ( 218 )	145 ( 223 )	152 ( 233 )
	5	384 ( 481 )	387 ( 484 )	392 ( 490 )	292 ( 366 )	298 ( 374 )	305 ( 382 )	310 ( 388 )	321 ( 401 )	327 ( 409 )	342 ( 428 )
	10	740 ( 846 )	745 ( 853 )	755 ( 863 )	564 ( 645 )	575 ( 658 )	589 ( 673 )	597 ( 683 )	618 ( 707 )	630 ( 721 )	659 ( 753 )
	15	1,096 ( 1,212 )	1,104 ( 1,221 )	1,117 ( 1,236 )	835 ( 923 )	852 ( 942 )	872 ( 964 )	884 ( 978 )	915 ( 1,012 )	933 ( 1,032 )	975 ( 1,078 )

注) 交通量の欄中、上欄は無料道路、下欄( )内は有料道路の場合。

隣接インター との 平均距離 ( K M )	建設費 (億円)	交通量の伸び率 10 %									
		本 線 初 年 度 交 通 量      ( 台 / 日 )									
		3,000以下	4,000以下	5,000以下	6,000以下	7,000以下	8,000以下	9,000以下	10,000以下	11,000以下	12,000以下
イン ター チェンジ交通量      ( 台 / 日 )											
5	2	251 ( 407 )	263 ( 426 )	283 ( 459 )	301 ( 488 )	312 ( 505 )	337 ( 545 )	351 ( 568 )	366 ( 594 )	384 ( 621 )	402 ( 652 )
	5	565 ( 747 )	592 ( 783 )	637 ( 843 )	678 ( 897 )	702 ( 929 )	757 ( 1,002 )	789 ( 1,045 )	825 ( 1,091 )	863 ( 1,142 )	905 ( 1,198 )
	10	1,088 ( 1,315 )	1,139 ( 1,377 )	1,227 ( 1,483 )	1,306 ( 1,579 )	1,352 ( 1,635 )	1,459 ( 1,764 )	1,520 ( 1,838 )	1,588 ( 1,920 )	1,662 ( 2,009 )	1,744 ( 2,108 )
	15	1,611 ( 1,883 )	1,687 ( 1,972 )	1,817 ( 2,124 )	1,934 ( 2,260 )	2,002 ( 2,340 )	2,160 ( 2,525 )	2,251 ( 2,632 )	2,351 ( 2,749 )	2,461 ( 2,877 )	2,582 ( 3,018 )
	2	125 ( 195 )	131 ( 204 )	141 ( 220 )	150 ( 234 )	156 ( 242 )	168 ( 261 )	175 ( 272 )	183 ( 284 )	192 ( 298 )	201 ( 312 )
10	5	282 ( 358 )	296 ( 375 )	318 ( 404 )	339 ( 430 )	351 ( 445 )	378 ( 480 )	394 ( 501 )	412 ( 523 )	431 ( 547 )	452 ( 574 )
	10	544 ( 630 )	569 ( 660 )	613 ( 711 )	653 ( 757 )	676 ( 783 )	729 ( 845 )	760 ( 881 )	794 ( 920 )	831 ( 963 )	872 ( 1,010 )
	15	805 ( 903 )	843 ( 945 )	908 ( 1,018 )	967 ( 1,084 )	1,001 ( 1,122 )	1,080 ( 1,211 )	1,125 ( 1,262 )	1,175 ( 1,318 )	1,230 ( 1,379 )	1,291 ( 1,447 )
	2	83 ( 128 )	87 ( 134 )	94 ( 144 )	100 ( 154 )	104 ( 159 )	112 ( 172 )	117 ( 179 )	122 ( 187 )	128 ( 196 )	134 ( 205 )
	5	188 ( 235 )	197 ( 246 )	212 ( 265 )	226 ( 283 )	234 ( 293 )	252 ( 316 )	263 ( 329 )	275 ( 344 )	287 ( 360 )	301 ( 377 )
15	10	362 ( 414 )	379 ( 434 )	409 ( 467 )	435 ( 498 )	450 ( 515 )	486 ( 556 )	506 ( 579 )	529 ( 605 )	554 ( 633 )	581 ( 664 )
	15	537 ( 594 )	562 ( 622 )	605 ( 669 )	644 ( 712 )	667 ( 738 )	720 ( 796 )	750 ( 830 )	783 ( 866 )	820 ( 907 )	860 ( 951 )



a) 交通量の伸び率 5%, 本線初年度交通量  
10,000 台/日 以下の場合



b) 交通量の伸び率 7%, 本線初年度交通量  
9,001 ~ 10,000 台/日 の場合

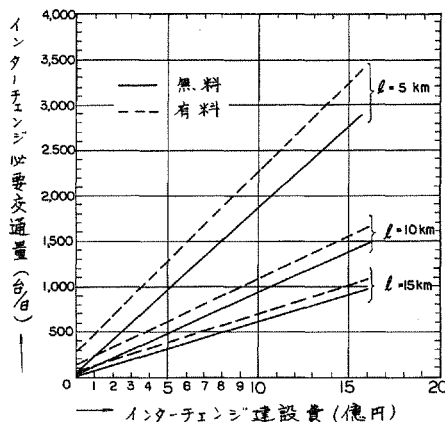


図-2-25 インターチェンジ設置に必要な限界交通量

## 2-5 結 論

本章では、インターチェンジの配置を、専ら経済的評価の立場から考察して来た。その中の主要な論点および結論を要約する。

- (1) インターチェンジを高速道路に追加的に設定して行く場合を想定するならば、インターチェンジは高速道路全体にとって可分の限界投資としての意義を持ち、したがってインターチェンジ設置の費用便益比は高速道路全体としての「限界費用便益比」を構成する。
- (2) インターチェンジをその効用の高い順序に設置して行く順序付けに際して、 $n$  番目のインターチェンジの増設には、既に効用の高さから認められた  $n-1$  個の個々の設置地点を所与とせず、あらためてすべてのインターチェンジ設置可能地点から  $n$  箇所をとる組み合わせのうち、最も経済効果の高い組み合わせを選び、これを  $n-1$  箇所の場合の最適の組み合わせと比較して、 $n$  箇所の設置の可否を決定すべきである。
- (3) 最適配置の経済的評価を行なうに当たっては、問題の本質を明らかにするために、しばしば理論模型によって論究される。本研究もその例に洩れないが、その際その理論模型が、実際の現象や経済学上の意義とどのように関連しているかを明らかにしておかねば単なる空論に過ぎない。そのような観点から、既往の諸研究における経済効果および交通配分の問題に対する主要な論点を明示した。
- (4) インターチェンジの便益とは、そのインターチェンジが存在しなかったときに、交通

が隣接インターチェンジを利用する場合との交通費用の差額として表わされる。新しいインターチェンジへの転換によりもたらされる便益は、高速道路をより多く利用することによって受ける場合と、より少なく利用することによって受ける場合とがある。これらはいくつかの判別式によって勢力圏が判別され、便益が計算される。

- (5) 交通の発生集中点（OD点）が高速道路に沿って点在するときは、インターチェンジがそれらのOD点のいずれかと同一点にあるときに最も便益が大となり、また交通の発生が路線上に等分布しているときは、中点にインターチェンジを設置すると最大便益がもたらされる。なお、これらの論証は「単位便益図」という概念図を使用した理論模型により行なわれた。
- (6) 単位便益図を立体化した「単位便益モデル」を使用して計算した結果、インターチェンジの順序付けにおいて、限界費用便益比は初め次第に上昇し、ある点を過ぎてから漸減して行く傾向にあることが確められた。
- (7) 実際のOD点は路線から離れ、インターチェンジの勢力圏に散在しているが、これらのOD点がインターチェンジの位置から離れるほど同一交通量でも便益が少なくなることから出入交通量のすべてがインターチェンジ地点で発生したと仮定した場合の便益と対比し、「インターチェンジ効率係数」という概念を導入することにより、インターチェンジの設置位置の持つ問題が極めて明らかになる。
- (8) インターチェンジ位置の検討は費用便益比と効率係数の両者の算定から行なわれなければならない。効率係数の値が低く、かつインターチェンジの費用便益比が低いときは、インターチェンジの位置を変えること（路線位置の変更を含む）を考慮すべきであり、また効率係数が低くても、なお費用便益比の高いときは、さらにインターチェンジの増設が考慮しうる。
- (9) インターチェンジの間隔および建設費をパラメーターとして、経済的に必要なインターチェンジ限界出入交通量を算出し、一覧表として一般の使用の便を計った。その際計算の基礎を名神高速道路の実績におき、維持費や管理費を統計的に算出し、またインターチェンジ効率係数を含めることによって現実に即した数表とした。なおこの計算には間接便益は含まれていないから、これを評価することによって限界交通量はさらに少なくなる。
- (10) この計算によれば、有料道路の場合は、無料道路の場合に比し管理費を余分に必要とするため、同一建設費でも20～80%の余分な交通量を必要とする。さらに同一の地形や交通条件でも、有料道路の方がインターチェンジ建設費を多く必要とするから、設置の可否が問題となるような小規模なインターチェンジでは、有料道路は無料道路のほぼ2倍の交通量を必要とする。

- (11) 以上は国民経済的採算より見た必要交通量であるが、料金収入から見た私企業的採算による必要交通量も同表に与えられた値にはほぼ等しい。

## 参考文献

- (1) Dan G. Haney, Use of Two Concepts of the Value of Time, "Highway Research Record", NO 12, 1963 (訳, 「時間価値の二つの概念の用法」, 高速道路と自動車, Vol, VⅢ, NO5, 1965, P, 75, ).
- (2) 佐々木恒一, 河野博忠, 蔵下勝行著, "道路の経済効果と投資基準" 昭和40年, 技術書院, P, 40.
- (3) M. Beckmann, C. B. McGwire, C. B. Winston, "Studies in the Economics of Transportation," Yale University Press, 1956, PP, 83~86.
- (4) 同上, PP. 94~101.
- (5) 佐々木 綱, "交通流理論に関する基礎的研究," 昭和36年9月.
- (6) 増田信雄, "首都高速道路の料金管見", 料金理論分科会昭和37年度研究報告書, 高速道路調査会, 昭和38年4月, PP. 17~34.
- (7) 佐々木恒一, 上条悦司, "転換率算定の一考察," 高速道路と自動車, Vol, VⅢ, NO. 8, 1965, P. 14.
- (8) 星野哲三, "道路条件, 交通量などが走行速度に及ぼす影響を考慮した道路網における実際交通配分の理論," 道路網の交通量推定, 建設省道路局, 昭和38年12月.
- (9) 戸山一雄, 刈田彰基, 村山竜一, "高速道路の利用状況について," 高速道路と自動車, Vol, VⅢ, NO, 12, 1964, P. 63.
- (10) 武部健一, "高速道路のインターチェンジ(I)," 土木技術, Vol 17, 12, 1962, P. 41.
- (11) Jean Mills, "Echangeurs autoroutiers," Revue Generale des Routes et des Aerodromes, Janvier 1963, (訳, 高速道路と自動車, Vol VⅢ NO6, 1964, "高速道路のインターチェンジ" PP. 53~56.
- (12) 建設省道路局, 日本道路公団, "昭和37年度春季全国道路交通状況調査, 車種別OD表(240ブロック), 昭和37年10月15日.
- (13) 定井喜明, "交通工学におけるオペレーションズ・リサーチ(その2)," 道路1960, 12月 P. 984.
- (14) 久武雅夫, "商業計算提要", 同文館, 昭和26年, P. 121.

- ( 15 ) ( 前掲 ) , Mills , " 高速道路のインターチェンジ " , P . 42
- ( 16 ) ( 前掲 ) 佐々木恒一 " 道路の経済効果と投資基準 " , P . 105 .

### 第3章 インターチェンジ配置の実証的考察

#### 3-1 概 説

都市間高速道路において、インターチェンジの最適配置は、前章で述べたような理論的な順序付けに従って求められるべきものである。しかし、現実の路線計画にしたがってインターチェンジの配置選定を行う場合には、必ずしも理論的に必要なすべての組合わせについて経済計算を行うものではなく、経験的あるいは概略計算的な方法によっては設置の可否の判定が困難なときのみ、比較計算が求められるのが一般である。

経験的事実に基づけば、高速道路の沿線地域の人口30万以上の大都市では、ほぼ無条件にインターチェンジ設置は経済計算上引き合うものとなる。本来高速道路は、このような主要都市地域を結ぶものとして路線の選定がされ、またその中間にインターチェンジが配置されるものであるが、インターチェンジ位置選定という観点より見ると、しばしば遭遇する問題点はつぎのように整理される。

##### (1) 大都市の中間地点への設置：核

となる大都市の中間の地域に対する配置問題であって、

i) その間に幾つ作るのが最も適当か、

ii) その位置は何処にすればよいか、

が問題となる。設置位置は設置箇所と不可分の関係あり、それぞれの数に対応した最適配置が求められねばならない。

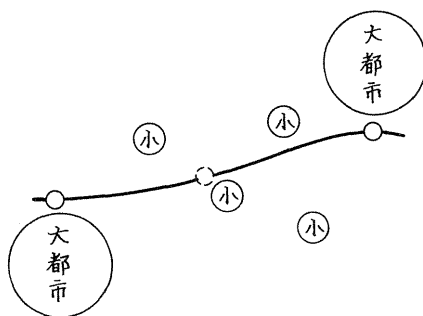


図 - 3・1

##### (2) 大都市に対するインターチェンジの設置：大都市に対してサービスするインターチェンジでは、

i) 都市に対して何処に設置するのがよいか、

ii) 出入交通量が多い場合には、  
1都市に対して2箇所またはそれ以上のインターチェンジを設ける必要はないか、

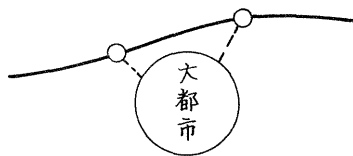


図 - 3・2

が問題である。この場合、都市内では各OD点からインターチェンジまでの距離よりも、道路の混雑度の影響による時間費用の大小が大きな要因となり、またインターチェンジ出入交通のみならず、他の交通に与える混雑の影響も評価しなければならない。

### (3) 出入交通量と高速道路の都市接近との関係：

上記2点はいずれも高速道路の路線位置を与えられたものとしての評価であるが、路線位置自体がインターチェンジ出入量と関連してどのように位置されることが最も経済的であるかが、しばしば論議の対象

となる。これは、路線が都市に近づくことによるインターチェンジ出入交通の受ける便益と、その場合の本線の受ける建設費ならびに交通費用上の損失との比較考量の問題である。

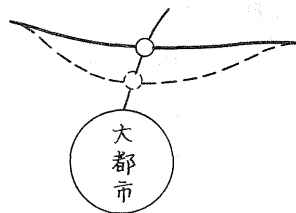


図 - 3・3

本章では、東名高速道路静岡県内の実例を用い、第1の中間地点の設置では、浜松インターチェンジから

吉田インターチェンジに至る44.4Kmの間の配置を例とし、また第2の大都市インターチェンジの問題は浜松インターチェンジを、第3の路線位置と都市との関係については沼津インターチェンジをそれぞれの例として、最適配置を論ずる。特に第3点は新しい問題であるので、一般論としても考察する。

なお、この実証的研究は、既に決定されたインターチェンジ配置に対する追試的検討である。これらのインターチェンジ配置の決定に当っては必ずしもこのような詳細な調査解析は行なわれておらず、またインターチェンジの地域開発に及ぼす影響等も加味されて決定されているのであるが、このような経済計算から与えられる判定が、経験的に定められた配置とどのような点で等しく、あるいは相違しているかを見ることは、今後この種問題の解明の一助となると考えられる。

## 3-2 大都市中間のインターチェンジ配置

### 3-2-1 概 況

静岡市(人口36万)と浜松市(人口36万)の間はほぼ70Km離れ、その間は国道1号線沿いに、焼津、藤枝、掛川、袋井、磐田の諸都市がほぼ接続しているが、いずれも30,000~70,000の人口を有する小都市である。東名高速道路は、主として国道1号線の南寄りを通り、その間、焼津市、榛原郡吉田町、小笠郡菊川町、

袋井市の4箇所にインターチェンジが設けられる。これら、6インターチェンジの出入交通量および距離は、表-3.1に示す所であるが

表-3.1 静岡・浜松間インターチェンジ計画出入交通量および距離

インターチェンジ名	浜 松	袋 井	菊 川	吉 田	焼 津	静 岡
出入交通量（昭和44年、台/日）	5,556	1,371	440	2,071	1,646	6,086
インターチェンジ間距離（Km）	10.6	17.6	16.2	12.0	11.9	

注）計画出入量は日本道路公団経済調査課算定資料による。

中間の4インターチェンジのうち、もっとも交通量の多いのは吉田である。この吉田インターチェンジについては、前章2-3-4でインターチェンジ効率係数がわずか0.472と算定された箇所である。これはその勢力圏内の主要OD点である島田市から、インターチェンジが遠いことがその主因であり、路線位置自体と主要OD点との関連が問題となるところであるが、標高180mの牧の原台地通過に伴う技術的諸問題や、南部地域開発への考慮など、幾つかの関連条件があるので、路線位置そのものについてはふれず、吉田インターチェンジの位置を既定条件とし、これと浜松インターチェンジの間における、選定された路線上にインターチェンジを配置する問題としてとりあげる。

浜松、吉田間は合計44.4Kmであり、また袋井、菊川両インターチェンジの計画出入交通量が1,371台および440台であることから、この間に設けるインターチェンジの数と位置は検討に値する。この区間のインターチェンジ候補地としては、袋井、菊川の他にその中間の掛川が候補地点としてあげられる。したがってこれら3候補地に対して、理論的にはつぎのような順序で設置の可否の判定が行なわれなければならない。

- 1）3候補地それぞれ単独に建設されたときの費用便益の算定を行ない最も判定点の高いものを、1箇所設置のときの建設地点とする。
- 2）つぎに2箇所建設の場合の組合わせとして、3候補地から2者をとる3組の組合わせのそれぞれについて、2箇所建設の場合の費用便益算定を行ないどの組合わせを採用するかを決定する。
- 3）採用された2箇所建設の場合の最適組合わせと、1箇所建設の場合の最適地と比較を行ない、1箇所か2箇所かの判定を行なう。

しかし、実際には袋井、菊川両インターチェンジの設置が決定されており、その場合について交通量の推定が行なわれているので、まずこの場合の費用便益の算定から始める。

### 3-2-2 袋井および菊川インターチェンジの費用便益計算

前章でインターチェンジの便益は、それが新たに追加されたときに、従来隣接インターチェンジを用いていたときの交通費用と新たなインターチェンジを用いるときとの交通費用との差額をもってあ

らわすものと定義した。そのことからして、袋井、菊川両インターチェンジをそれぞれ別箇にとりあげたときは、図3-4に

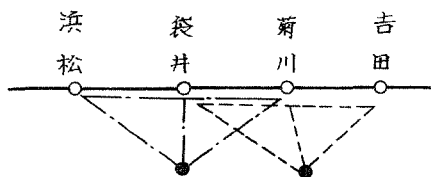


図 - 3.4

示すように、袋井については、

隣接インターチェンジ浜松、お

よび菊川との間のみを問題とし、一方、菊川に対しては、隣接の袋井および吉田の間のみを比較の対象としている。すなわち袋井の計算に当っては、既に菊川が存在することを前提とし、同時に、菊川の計算においては、袋井の存在を前提としていることに注意しておかねばならない。以下の計算は、このように袋井および菊川がそれぞれ他方の存在を前提として追加されたときの費用便益計算である。

#### 1) 勢力圏と交通配分

袋井および菊川インターチェンジの出入交通量は車種別に推定されているから、これを前章2-3-5で与えたインターチェンジ影響係数を用いて、勢力圏内の各ゾーンに分散させる。

ゾーン中心点をOD点(交通発生集中点)と考えると、OD点*i*からのインターチェンジ出入交通量  $g_i$  は、前章の式(2.30)および(2.32)により、

$$g_i = \frac{T_i t}{a_i} = \frac{T_i t}{d_i + 20} \dots\dots\dots (3.1)$$

ただし、 $T_i$  : OD点での全発生集中量、 $t$  : 交通の直近到達距離(一定値)、

$d_i$  : OD点*i*からインターチェンジまでの距離(Km)

また、 $T_i$  は前章で示したように、OD点で代表されるゾーンの自動車登録台数に比例すると見なしてよいから、 $P_i$  を*i*ゾーンの自動車登録台数、 $R$ を自動車1台当りの交通発生力とすれば、

$$g_i = \frac{P_i R t}{d_i + 20}$$

いま、インターチェンジ出入量の総数*Q*のみが判り、これを各ゾーンに配分するも



のとすれば,

$$P_i = Q \frac{P_i \cdot R_t}{d_i + 20} \bigg/ \sum_i^n \frac{P_i \cdot R_t}{d_i + 20} = Q \frac{P_i}{d_i + 20} \bigg/ \sum \frac{P_i}{d_i + 20} \dots\dots (3.2)$$

上式を用いて、配分を行なうのであるが、その前に各インターチェンジの勢力圏を定めなければならない。ゾーン区分としては市町村行政単位とし、その中心点をOD点として、上り方向、下り方向それぞれにつき最小交通費用となるインターチェンジを車種毎に判別し勢力圏を定めた。図-3・5は算定された勢力圏図であるが、この場合には、結果的にすべての車種について勢力圏は全く異なる結果となった。

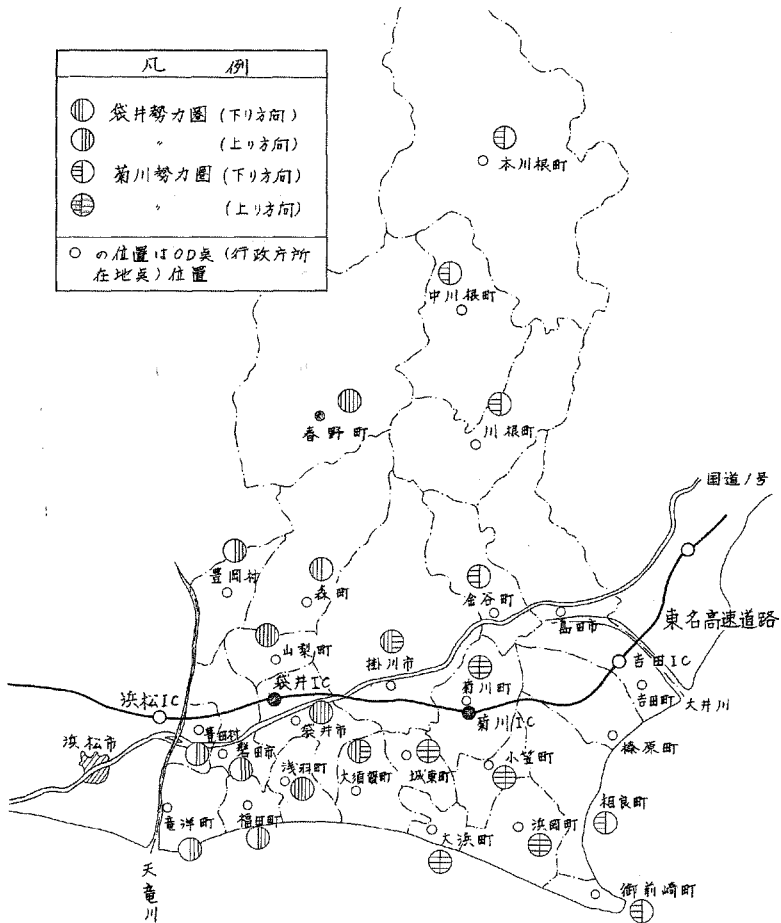


図-3.5 袋井および菊川インターチェンジ勢力圏図

つぎに各勢力圏内各ゾーンへの交通の配分であるが、袋井インターチェンジを例にとると、その出入交通量は、車種別に昭和44年と昭和52年の両年次に対して与えられている(表-3・2)。

表-3・2 袋井インターチェンジ出入交通量

また、勢力圏内のゾーン中心点

昭和44年 (単位:台/日)

(OD点)からインターチェンジまでの距離および自動車登録台数(昭和37年度)は表-3・3に示すところである。

これらの資料により、上り、下り別に式(3・2)を用いて各

ゾーンへの配分を行なうことがで

きる。同様な計算を菊川に対し

ても行ないその結果を表にまと

めると、表-3・4および3・

5のような配分となる。

	上り	下り	合 計
乗 用 車	2 4 9	2 5 6	5 0 5
バ ス	8	2 8	3 6
普通貨物	2 7 9	9 7	3 7 6
小型貨物	1 8 4	2 7 0	4 5 6
合 計	7 2 0	6 5 1	1,3 7 1

昭和52年

	上り	下り	合 計
乗 用 車	5 9 3	6 5 3	1,2 4 6
バ ス	1 3	4 0	5 3
普通貨物	4 2 6	1 4 1	5 6 7
小型貨物	3 1 2	4 8 1	7 9 3
合 計	1,3 4 4	1,3 1 5	2,6 5 9

表-3・3 袋井インターチェンジ圏内の各ゾーンの距離と自動車保有数

ゾ ー ン 名	インターチェンジ までの距離 $d_i$	37年自動車 保有数 $p_i$
豊 田 村	1 1.0 Km	2 7 0
磐 田 市	8.0	1,3 9 9
竜 洋 町	1 5.4	1 4 6
福 田 町	1 3.9	3 9 9
豊 岡 村	2 0.9	1 0 7
袋 井 市	3.7	7 4 5
浅 羽 町	6.9	1 9 9
大 須 賀 町	1 3.5	1 7 5
山 梨 町	6.9	6 6
森 町	1 3.0	3 9 5
春 野 町	3 2.0	2 6 4
掛 川 町	1 1.9	1,1 6 9

表-3・4 袋井、菊川両インターチェンジ勢力圏内ゾーン配分

交通量(昭和44年)

(単位:台/日)

車種 方向 ゾーン名	乗 用 車		バ      ス		普 通 貨 物		小 型 貨 物		合      計	
	上り	下り	上り	下り	上り	下り	上り	下り	上り	下り
豊   田	18		1		20		13		52	
磐   田	101		3		112		73		289	
竜   洋	8		0		9		6		23	
福   田	24		1		27		18		70	
豊   岡	5		0		6		4		15	
袋   井	63	79	2	9	71	30	46	84	182	202
浅   羽	15	19	1	2	17	7	12	20	45	48
大 賀 賀	(10)	13	(0)	2	(4)	5	(6)	14	(20)	34
山   梨	5	6	0	1	6	2	4	7	15	16
森	(24)	30	(1)	3	(11)	12	(14)	32	(50)	77
春   野	10	13	0	1	11	5	8	14	29	33
掛   川	(72)	96	(2)	10	(31)	36	(44)	99	(149)	241
菊   川	(36)	(4)	(1)	(1)	(15)	(3)	(22)	(3)	(74)	(11)
小   笠	(12)	(1)	(1)	(1)	(5)	(1)	(7)	(1)	(25)	(4)
城   東	(6)	(1)	(0)	(0)	(3)	(1)	(4)	(1)	(13)	(3)
大   浜	(8)	(1)	(0)	(0)	(4)	(1)	(5)	(1)	(17)	(3)
浜   岡	(16)	(1)	(1)	(1)	(7)	(1)	(10)	(1)	(34)	(4)
金   谷		(5)		(2)		(4)		(4)		(15)
川   根		(1)		(1)		(1)		(1)		(4)
中 川 根		(0)		(0)		(0)		(0)		(0)
本 川 根		(0)		(0)		(0)		(0)		(0)
相   根		(4)		(2)		(3)		(3)		(12)
御 前 崎		(1)		(0)		(0)		(1)		(2)
袋 井 圏	249	256	8	28	279	97	184	270	720	651
菊 川 圏	(184)	(19)	(6)	(8)	(80)	(15)	(112)	(16)	(382)	(58)
合   計	433	275	14	36	359	112	296	286	1,102	709

(      )を付したものは菊川ゾーンに属し、その他は袋井ゾーンに属する。

表-3・5 袋井、菊川両インターチェンジ勢力圏内ゾーン配分交通量

(昭和52年)

(単位:台/日)

車種 方向 ゾーン名	乗 用 車		バ ス		普通貨物		小型貨物		合 計	
	上り	下り	上り	下り	上り	下り	上り	下り	上り	下り
豊 田	42		1		30		22		95	
磐 田	240		5		172		125		542	
竜 洋	20		1		14		10		45	
福 田	56		1		41		30		128	
豊 岡	12		0		9		7		28	
袋 井	152	205	3	12	108	44	79	152	342	413
浅 羽	35	48	1	3	25	10	19	35	80	96
大 須 賀	(25)	34	( 1)	2	( 7)	7	(11)	25	(44)	68
山 梨	12	16	0	1	9	3	7	12	28	32
森	58	78	( 1)	5	(16)	17	(25)	57	(100)	157
春 野	24	33	1	3	18	7	13	24	56	67
掛 川	(178)	239	( 4)	14	(50)	53	(74)	176	(306)	482
菊 川	(85)	(11)	( 2)	( 2)	(24)	( 4)	(36)	( 7)	(147)	(24)
小 笠	(30)	( 4)	( 1)	( 1)	( 8)	( 1)	(12)	( 2)	(51)	( 8)
城 東	(17)	( 2)	( 0)	( 1)	( 4)	( 1)	( 7)	( 1)	(28)	( 5)
大 浜	(22)	( 3)	( 1)	( 1)	( 6)	( 1)	( 9)	( 2)	(38)	( 7)
浜 岡	(40)	( 5)	( 1)	( 1)	(11)	( 2)	(16)	( 3)	(68)	(11)
金 谷		(16)		( 3)		( 6)		(11)		(36)
川 根		( 3)		( 1)		( 1)		( 2)		( 7)
中川根		( 1)		( 0)		( 0)		( 1)		( 2)
本川根		( 1)		( 0)		( 0)		( 1)		( 2)
相 根		(11)		( 2)		( 4)		( 7)		(24)
御前崎		( 2)		( 0)		( 1)		( 1)		( 4)
袋井圏	593	653	13	40	426	141	312	481	1,344	1,315
菊川圏	(455)	(59)	(11)	(12)	(126)	(21)	(190)	(38)	(782)	(130)
合 計	1,048	712	24	52	552	162	502	519	2,126	1,445

以下、菊川、袋井および掛川の各インターチェンジに対する各種の組合わせにおける便益計算には、この配分交通量を用いることとする。厳密にはインターチェンジの組合わせにより、各ゾーンの属するインターチェンジが異なり、それによってインターチェンジへの距離dが変るため、交通のゾーン毎への配分も若干異なることとなるが、出入交通量の推定および配分法の精度から見て、いたずらな詳細計算は意味を持たないので、ゾーン毎の交通配分は表-3・4および3・5を一貫して用い、勢力圏のみが変るものとして取扱う。

## (2) 便益の算定

便益算定に用いる交通費用の標準的な値は、前章の表-2・12に示したところであるが、一般道路に対しては道路の状況に応じて、表-3・6に示す速度を用い、交通費用を算定することとする。各速度に対する走行費用は、表-2・12に高速道路の場合と一般道路の標準的な場

表-3・6 道路別想定速度

(単位: Km/h)

道 路		車 種	乗用者	その他
高 速 道 路			8 5	7 0
一般道路	バイパス		7 0	6 0
	郊 外		4 0	3 0
	市 内		2 0	2 0

合(表-3・6の郊外部に相当)が算定されているから、走行費用を速度の関数として、 $c = \frac{\alpha}{v} + \beta$  (ただし、cは走行費用、vは速度)なる関数にあてはめて計算した。その結果を表-3・7に示す。ただし

3-2の浜松-吉田間のインターチェンジ便益計算における算定においては、一般道路部分はすべて郊外部の交通費用を用いた。

表-3・7 道路速度別交通費用

### (1) 走行費用

(単位: 円/Km)

速度	車種	乗 用 車	バ ス	普通貨物	小型貨物
2 0 Km/h		2 0.2	8 3.9	7 8.9	4 5.9
3 0			6 4.6	6 1.4	3 3.8
4 0		1 4.2			
6 0			4 5.4	4 7.0	2 1.7
7 0		1 1.6	4 2.6	4 1.4	2 0.0
8 5		9.0			

$$\text{乗 用 車 } c = \frac{241.78}{v} + 8.16$$

$$\text{バ ス } c = \frac{115.5}{v} + 26.10$$

$$\text{普通貨物 } c = \frac{105.0}{v} + 26.40$$

$$\text{小型貨物 } c = \frac{724.5}{v} + 9.65$$

## (2) 時間価値額

(単位: 円/Km)

速度	車種	乗 用 車	バ ス	普 通 貨 物	小 型 貨 物
20 Km/h		30.00	86.76	17.73	9.66
30			57.83	11.82	6.44
40		15.00			
60			28.92	5.91	3.22
70		8.57	24.79	5.07	2.76
85		7.06			

## (3) 交通費用 (走行費用と時間価値の合計)

(単位: 円/Km)

		乗 用 車	バ ス	普 通 貨 物	小 型 貨 物
高 速 道 路		16.06	67.39	46.47	22.76
一 般 道 路	バイパス	20.17	74.32	53.31	24.92
	郊外部	29.20	122.43	73.22	40.24
	都市部	50.20	170.66	96.63	55.56

便益算定法は前章2-3-2で説明した方法による。袋井インターチェンジに関して述べれば、隣接インターチェンジとの位置関係は図-3-6に示すところとなっている。表-3-8は上り方向に対する勢力圏内各ゾーンからの経路別距離であるが、これにより各経路の交通費用を算定し、ゾーン毎に車種別の便益を求める。

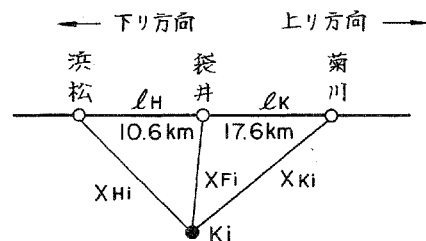


図 - 3 - 6

まず、袋井インターチェンジのない場合の勢力圏 (經由インターチェンジの判別として、各  $\bigcirc$  B 点 (ゾーン) から菊川インターチェンジへ直接到達する経路 ( $X_{Ki}$ ) と、浜松インターチェンジを経由して菊川へ至る経路 ( $X_{Hi} + \ell_H + \ell_K$ ) の交通費用とを比較して經由インターチェンジを定める。表-3-9は上り方向についての各車種の判別計算の結果を示す。これにより、上り方向12ゾーンのうち、浜松に近い4ゾーンについては、すべての車種が浜松インターチェンジを経由することが有利であり、残りの8ゾーンについては直接菊川へ達する経路が有利であることが判明した。

表-3・8 袋井インターチェンジ上り方向、ゾーン別比較走行経路

(単位:Km)

ゾ ー ン		袋井インターチェンジのないとき			袋井 I C のあるとき	
		浜松 I C 経由 ( 菊川 I C まで )		菊川 I C 直行	袋井 I C 経由 ( 菊川まで )	
		郊 外 部 $z_{Bi}$	高速道路 $l_B + l_K$	郊 外 部 $z_{Ki}$	郊 外 部 $z_{Fi}$	高速道路 $l_K$
豊	田	6.6	28.2	29.9	11.0	17.6
磐	田	7.5	"	26.9	8.0	"
竜	洋	9.7	"	35.2	15.4	"
福	田	15.9	"	27.4	13.9	"
豊	岡	17.7	"	39.8	20.9	"
袋	井	15.2	"	20.6	3.7	"
浅	羽	15.1	"	23.8	6.9	"
大	須	21.5	"	16.3	13.5	"
山	梨	18.4	"	23.8	6.9	"
	森	24.5	"	21.9	13.0	"
春	野	46.4	"	48.5	32.0	"
掛	川	23.4	"	9.1	11.9	"

つぎにこれらの選択された経路の交通費用と、新たに設置する袋井インターチェンジを経由して菊川へ至る経路 ( $z_{Fi} + l_K$ ) の交通費用との差について1台当りの便益が求められる。この場合、始め菊川を経由し、新たに袋井へ移る8ゾーンの交通については、高速道路をより多く利用するから、前章で述べたケースⅠに該当し、始め浜松を経由する4ゾーンについては、袋井へ移ることで高速道路をより少なく利用することとなり、ケースⅡに該当する。

表-3・10はその計算過程である。走行便益と時間便益の合計額が正となる場合は新設インターチェンジに転換し便益を得るから、走行または時間便益のいずれかが負値をとっても、それぞれの便益計算に加えるが、合計便益が負になるときは非転換であるから、便益は0となり、走行便益、時間便益とも、その正負にかゝわらず0とし、便益の計算には加えない。表-3・10の例では、非転換のゾーンには、既に交通量を割り当てていないから、当然0となっている。

同表の交通量は、昭和44年についての日交通量であるが、昭和52年についても、表-3・5の交通量を用いて求められる。下り方向についても、以上の過程を踏むことで、同様な結果を得ることができる。表-3・11はこれらの計算結果の

表-3・9 袋井インターチェンジのないときの勢力圏判別表

上り(菊川IC直行の交通費用-浜松IC経由菊川IC行き交通費用)

(単位:円/台)

車種	乗 用 車				バ ス			
便益 ゾーン	走 行	時 間	合 計	判 定	走 行	時 間	合 計	判 定
豊 田	77.1	150.6	227.7	浜 松	304.0	648.3	952.3	浜 松
磐 田	21.1	92.0	113.7	"	51.8	423.0	474.8	"
竜 洋	122.5	198.5	321.0	"	510.6	833.5	1,344.1	"
福 田	-90.5	-26.5	0	菊 川	-458.3	-33.8	0	菊 川
豊 岡	60.1	132.6	192.7	浜 松	226.3	579.1	805.4	浜 松
袋 井	-177.0	-118.0	0	菊 川	-852.3	-386.7	0	菊 川
浅 羽	-130.2	-68.0	0	"	-639.2	-195.8	0	"
大須賀	-327.6	-277.0	0	"	-1,537.2	-999.6	0	"
山 梨	-177.1	-118.0	0	"	-852.5	-386.7	0	"
森	-290.7	-238.0	0	"	-1,369.2	-849.3	0	"
春 野	-224.0	-167.5	0	"	-1,065.6	-577.5	0	"
掛 川	-456.8	-413.6	0	"	-2,125.1	-1,525.8	0	"

車種	普 通 貨 物				小 型 貨 物			
便益 ゾーン	走 行	時 間	合 計	判 定	走 行	時 間	合 計	判 定
豊 田	263.2	132.5	395.7	浜 松	223.6	72.2	295.8	浜 松
磐 田	23.8	86.3	110.1	"	91.7	47.1	138.8	"
竜 洋	459.7	170.3	630.0	"	331.8	92.8	424.8	"
福 田	-461.3	-7.0	0	菊 川	-175.2	-3.7	0	菊 川
豊 岡	189.5	118.3	307.8	浜 松	183.0	64.0	247.6	浜 松
袋 井	-835.8	-79.1	0	菊 川	-381.3	-43.0	0	菊 川
浅 羽	-633.2	-40.0	0	"	-269.8	-21.6	0	"
大須賀	-1,486.6	-204.3	0	"	-739.6	-111.2	0	"
山 梨	-835.8	-79.0	0	"	-381.3	-42.8	0	"
森	-1,327.0	-173.6	0	"	-651.7	-94.5	0	"
春 野	-1,038.3	-118.0	0	"	-492.8	-64.2	0	"
掛 川	-2,045.5	-311.8	0	"	-1,047.2	-169.8	0	"

注1. 判定欄は有利なインターチェンジを示す。

注2. 合計欄が負値となるものは0と表示した。



表-3・10 袋井インターチェンジ便益計算過程表

乗用者(上り)

(単位:円)

ゾーン名	出入台数 (台/日)	走 行 便 益		時 間 便 益		合 計	
		1台当り	1台当り× 出入台数	1台当り	1台当り× 出入台数	1台当り	1台当り× 出入台数
豊 田	18	32.8	591.7	8.6	155.2	188.0	747.0
磐 田	101	88.2	8,913.2	67.2	6,792.2	155.4	15,705.5
竜 洋	8	14.4	115.2	- 10.8	- 86.4	28.8	28.8
福 田	24	33.2	798.0	78.2	1,878.0	111.4	2,676.0
豊 岡	5	49.8	249.3	26.6	133.1	76.4	382.5
袋 井	63	81.6	5,142.3	129.2	8,142.7	210.8	13,285.1
浅 羽	15	81.6	1,224.3	129.2	1,938.7	210.8	3,163.1
大 須 賀	0	-118.6	( 0 )	- 82.2	( 0 )	0	0
山 梨	5	81.6	408.1	129.2	646.2	210.8	1,054.3
森	0	- 32.0	( 0 )	9.2	( 0 )	0	0
春 野	10	75.8	758.7	123.2	1,232.5	199.0	1,991.2
掛 川	0	-198.1	( 0 )	-166.3	( 0 )	0	0
合 計	249		18,201.2		20,832.6		39,033.8

バ ス(上り)

ゾーン名	出入台数 (台/日)	走 行 便 益		時 間 便 益		合 計	
		1台当り	1台当り× 出入台数	1台当り	1台当り× 出入台数	1台当り	1台当り× 出入台数
豊 田	1	167.2	167.2	8.2	8.2		175.5
磐 田	3	419.2	1,257.7	233.7	701.2		1,959.0
竜 洋	0	88.3	0	- 66.9	0		0
福 田	1	122.3	122.3	344.5	344.5		466.8
豊 岡	0	244.7	0	77.6	0		0
袋 井	2	342.0	684.0	541.0	1,082.0		1,766.2
浅 羽	1	342.0	342.0	541.0	541.0		883.0
大 須 賀	0	-568.8	( 0 )	-274.2	( 0 )	0	0
山 梨	0	342.0	0	541.0	0		0
森	0	-174.8	( 0 )	78.3	( 0 )	0	0
春 野	0	316.1	0	518.0	0		0
掛 川	0	-930.6	( 0 )	-598.1	( 0 )	0	0
合 計	8		2,573.0		2,677.0		5,250.0

注) 走行便益と時間便益の合計が負となるものは、0と表示する。その場合は走行、時間それぞれの合計の際、その欄の数値は正負にかかわらず算入しない。表では( )をもってこれを表示した。

## 普通貨物（上り）

（単位：円）

ゾーン名	出入台数 (台/日)	走 行 便 益		時 間 便 益		合 計	
		1台当り	1台当り× 出入台数	1台当り	1台当り× 出入台数	1台当り	1台当り× 出入台数
豊 田	20	168.5	3,370.0	1.7	35.0	203.5	3,405.0
磐 田	112	408.0	45,696.0	47.8	5,362.0	455.8	51,058.0
竜 洋	9	88.7	798.3	- 13.7	-123.3	76.0	675.0
福 田	27	100.2	2,706.7	70.3	1,900.1	170.5	4,606.8
豊 岡	6	242.2	1,453.5	15.8	95.2	258.0	1,548.7
袋 井	71	309.0	21,939.0	110.6	7,854.3	419.6	29,793.3
浅 羽	17	309.0	5,253.0	110.6	1,880.6	419.6	7,133.6
大 須 賀	0	-556.7	0	- 56.0	0	0	0
山 梨	6	309.0	1,854.0	110.6	663.7	419.6	2,517.7
森	0	-182.1	0	16.0	0	0	0
春 野	11	284.5	3,129.5	106.0	1,166.0	390.5	4,295.5
掛 川	0	-900.6	0	-122.2	0	0	0
合 計	279		86,200		18,833.6		104,673.6

## 小型貨物（上り）

ゾーン名	出入台数 (台/日)	走 行 便 益		時 間 便 益		合 計	
		1台当り	1台当り× 出入台数	1台当り	1台当り× 出入台数	1台当り	1台当り× 出入台数
豊 田	13	63.2	822.2	1.0	13.0	76.2	835.2
磐 田	73	195.1	14,224.1	26.0	1,898.0	221.1	16,142.0
竜 洋	6	19.3	115.8	- 7.4	- 44.4	11.9	71.4
福 田	18	104.3	1,878.7	38.3	690.7	142.6	2,569.5
豊 岡	4	103.8	415.5	8.6	- 34.5	112.4	450.0
袋 井	46	219.3	10,091.2	60.3	2,777.2	279.6	12,868.5
浅 羽	12	219.3	2,632.5	60.3	724.5	279.6	3,357.0
大 須 賀	0	-257.2	0	-30.5	0	0	0
山 梨	4	219.3	877.5	60.3	241.5	279.6	1,119.0
森	0	- 51.1	0	8.8	0	0	0
春 野	8	205.8	1,647.0	57.7	462.0	263.5	2,109.0
掛 川	0	-446.5	0	-66.6	0	0	0
合 計	184		32,637.8		6,796.6		39,521.4

表-3・11 袋井インターチェンジの便益

(1) 昭和44年度 日便益額

(単位:千円)

方 向 車種 \ 便益	上りり(菊川まで)			下り(浜松まで)			総 計
	走 行	時 間	合 計	走 行	時 間	合 計	
乗 用 車	18	21	39	16	24	40	79
バ ス	3	3	6	7	11	18	24
普 通 貨 物	86	18	104	24	8	32	136
小 型 貨 物	33	7	40	45	12	57	97
合 計	140	49	189	92	55	147	331

合計 年122.6百万円

(2) 昭和52年度 日便益額

方 向 車種 \ 便益	上り(菊川まで)			下り(浜松まで)			総 計
	走 行	時 間	合 計	走 行	時 間	合 計	
乗 用 車	43	49	92	42	61	103	195
バ ス	4	4	9	11	16	27	35
普 通 貨 物	131	29	160	35	11	46	206
小 型 貨 物	55	11	66	81	21	102	168
合 計	233	95	326	159	109	278	604

合計 年220.5百万円

集計表である。これらの計算はすべて電子計算機によって行なった。

昭和44年は供用開始年度であり、昭和52年は、本線が容量に達する年次である。この間の交通の増加は等差級数増加とし、前章の式(2・39)および(2・40)を用いて、耐用年数30年間の総便益の初年度における現在価値を求める。

$$A_1 = R_1 a_{\overline{n}|i} + \frac{d}{i} (a_{\overline{n}|i} - n v^n)$$

$$R_1 \text{ (初年度便益)} = 122.6 \text{ (百万円)}$$

$$R_2 \text{ (容量に達した年度の便益)} = 220.5 \text{ (百万円)}$$

$$d \text{ (便益の年増加額)} = (220.5 - 122.6) \div 8 = 12.237$$

$$a_{\overline{n}|i} = (1 - v^n) / i = \left\{ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right\} / i = \left\{ 1 - \frac{1}{(1+0.06)^9} \right\} / 0.06 = 6.802$$

$$a_{\overline{30}|i} = 13.764$$

$$v^n = 1 / (1+i)^n = 1 / (1+0.06)^9 = 0.5919$$

$$A_1 = 122.6 \times 6.802 + \frac{12.237}{0.06} (6.210 - 9 \times 0.5919) = 1,134.7$$

$$A_2 = R_2 \left( a_{\overline{t}} - a_{\overline{n}} \right) = 220.5 (13.765 - 6.802) = 1,535.1$$

便益総額（現在価値） $A = A_1 + A_2 = 2,669.8$  百万円

### (3) 建設費および維持管理費の算定

これも袋井インターチェンジを例示的に算定経過を説明する。

#### a) 建設費

建設費については、インターチェンジ自身の建設費の他に、取付道路の費用を算入する必要がある場合がある。取付道路がインターチェンジへの出入専用の場合には、当然その建設費用はインターチェンジ費用の一部として算入されるべきであるが、取付道路が専用でなく、一般地域交通の用に供されるものであっても、それがインターチェンジ計画のために特に新設されたり、改良される場合には、その費用の一部はインターチェンジ建設費用と見なさなければならない。

たとえば、インターチェンジ出入交通量をさばくために、それに必要なだけ幅幅される費用は、インターチェンジ建設の費用であると見なすべきである。また取付道路が新設の都市計画道路のような場合、もし、インターチェンジがなければその道路は10年後に建設されるべきところを、インターチェンジ建設のため、その都市計画道路の新設が早められたのであるならば、その建設費の10年間の利子費用の現在価値が、インターチェンジ建設費に加算されねばならない。

袋井インターチェンジについていうならば、インターチェンジ自身の建設費は1/1,000平面図による積算結果からつぎの値が得られた。

インターチェンジ名	工費(千円)	用地補償費(千円)	建設費(千円)
袋井インターチェンジ	378,197	137,190	515,387

またこのインターチェンジは、図-3・7に示すように、国道1号線から直角に伸びる幅20mの都市計画決定路線に接続するものであり、この都市計画道路は当面他に交通需要がなく、インターチェンジの出入交通のみが対象となるので、当面建設される延長1.55Km、幅7.0mに対する建設費用のみを、インターチェンジ費用に加算するものとする。

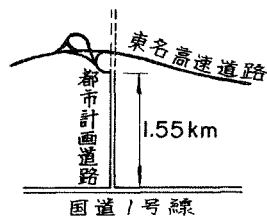


図-3・7 袋井インターチェンジの取付道路

取付道路建設費(千円)	81,500
-------------	--------

b) 維持費

前章の式(2・48)および(2・49)を用い算定する。

$$\text{年間維持費 } M = 3.0 + 1.73 \times 10^{-3} P \quad (\text{単位百万円})$$

建設費  $P = 515.4$  (百万円) (取付道路については路面維持費のみであるから省略)

$$\begin{aligned} \text{袋井インターチェンジ維持費 } M &= 3.0 + 1.73 \times 10^{-3} \times 515.387 = 3.0 + 0.892 \\ &= 3.892 \text{ (百万円)} \end{aligned}$$

30年間の総維持費の現在価値は、 $K_M = a_{\overline{30}|} = a_{\overline{30}|} = 3.892$  を乗じ、

$${}_R M = 13.764 \times 3.892 = 53.6 \text{ (百万円)}$$

c) 管理費

前章の式(2・51)により

$$R = 8.8 + 1.44 \times 10^{-3} q \quad (\text{単位百万円})$$

袋井インターチェンジ昭和44年度交通量 = 1371

$$\text{〃 } 52 \quad \text{〃 } = 2659$$

$$q = 1371 \text{ のとき, } R = 1.44 \times 10^{-3} \times 9 = 1.97 \text{ (百万円)}$$

$$q = 2659 \text{ のとき, } R = 1.44 \times 10^{-3} \times 9 = 3.83$$

$$\text{管理費の増加額 } d = (3.83 - 1.97) \div 8 = 0.232$$

管理費の現在価値は

$$\begin{aligned} {}_R R &= 8.8 \times a_{\overline{30}|} + 3.83(a_{\overline{30}|} - a_{\overline{9}|}) + 1.97 \times a_{\overline{9}|} + \frac{d}{0.06} \{a_{\overline{9}|} - 9v^9\} \\ &= 8.8 + 13.764 + 3.83 \times 6.962 + 1.97 \times 6.802 + 4.433 \times 1.475 \\ &= 166.9 \text{ (百万円)} \end{aligned}$$

d) 総括

以上の計算結果をまとめると、

表-3・12 袋井インターチェンジ  
建設費用(現在価値)

費用項目として、表-3・12

のように整理される。

(4) 袋井インターチェンジの費用便

益比

以上の便益および費用の計算結果

から、

$$\begin{aligned} \text{費用便益比} &= \frac{\text{費用}}{\text{便益}} = \frac{2669.8}{817.4} \\ &= 3.27 \end{aligned}$$

費 用	金額(百万円)
インターチェンジ工費	378.2
同用地補償費	137.2
取付道路建設費	81.5
維持費	53.6
管理費	166.9
費用合計	817.4

これを総括して表-3・13に示す。この計算結果のみからすれば、既に浜松および菊川両インターチェンジが存在すると仮定したときに袋井インターチェンジを新設する意義は、費用便益比3.27という値から見て、存在するといえる。

(5) 菊川インターチェンジの

費用便益計算

全く同様にして、菊川インターチェンジに対しても費用便益計算を行なう。これは袋井、吉田両インターチェンジが既にあるとしたときの便益であるから、菊川を利用したときと、袋井または吉田のいずれか有利なインターチェンジを利用したときの交通費用の差額として便益が算定される。計算過程は省略するが、結果のみを示すと、便益総額（現在価値）は1,301.1百万円となった。また建設費用の各項目の費用は表-3・14に示すような結果が得られたが、これから計算した費用便益比は、表-3・15に見るように2.01であり、費用便益比の最低基準を2.0とすれば、僅かながらそれを上廻り、すでに袋井にインターチェンジが存在するという前提ならば、菊川新設の価値があるといえる。

表-3・14 菊川インターチェンジ  
建設費用

費 用	金額（百万円）
インターチェンジ工費	296.3
同 用地補償費	162.8
取付道路建設費	—
維持費	52.2
管理費	136.6
費用合計	647.9

表-3・15 菊川インターチェンジ  
費用便益計算総括表

項 目	
出入交通量	440
便益（現在価値）	1,301.1百万円
費用（現在価値）	647.9
費用便益比	2.01

3-2-3 浜松、吉田間に1箇所だけインターチェンジを建設する場合の費用便益計算

浜松、吉田間には、既に述べたように、袋井、掛川、菊川の3箇の設置候補地点がある。これら3者がそれぞれ単独に設置されたときの費用便益計算を行なう。便益の算定における比較すべき交通経路は、図-3・8に示すものであり、それぞれ各OD点から、新設インターチェンジを経由したときと、既設の浜松、吉田のどちらか有利

な方を経由したときの交通費用の差をもって便益が求められる。

表-3・16は各OD点からの比較交通経路を例示したものである。まず、浜松：吉田間にインターチェンジのない場合、その間の各ゾーンは、浜松、吉田のいずれかの勢力圏に属する。つぎに1箇所インターチェンジを設置したとき、各インターチェンジ位置により、それぞれ異なった分布で新しい勢力圏が形成される。その移動によって便益が生ずるのである。同表には、交通費用計算過程は省略し、判定結果のみを示してある。

これらの勢力圏判定を3インターチェンジの上下両方向に対して行なった結果を表-3・17

に図式として掲げた。同表には、便宜上後に示す2箇所同時設置の際の勢力圏分布も示してある。

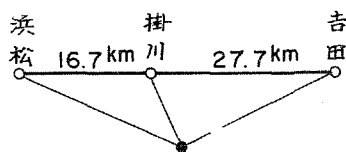
費用便益計算において、袋井および菊川の建設費用は、前節で用いた値を用いてよく、掛川については、表-3・18に与えたものとなっている。

袋井、掛川、菊川それぞれの単独設置の費用便益計算の結果を、その過程を省略し、結果のみ表-3・19に示す。

(a) 袋井単独設置



(b) 掛川単独設置



(c) 菊川単独設置

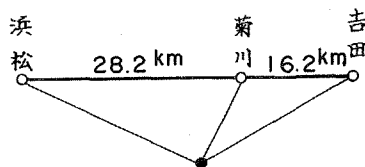


図-3・8 1箇所設置の配置

表-3・18 掛川インターチェンジ建設費用

費 目	金額(千円)
インターチェンジ工費	380.0
同 用地費	206.0
取付道路建設費	—
インターチェンジ維持費	55.2
同 管理費	166.0
費用合計	807.2

表-3・16 1箇所設置の比較交通経路および判定結果

(上り方向、袋井および掛川)

(単位:Km)

ゾーン	両 I C の ない 場合				袋 井 単 独 設 置			掛 川 単 独 設 置		
	浜 松 経 由		吉 田	有利な	袋 井 経 由		有利な	掛 川 経 由		有利な
	郊外部	高速道	郊外部	I C	郊外部	高速道	I C	郊外部	高速道	I C
豊 田	6.6	44.4	45.3	浜 松	11.0	33.8	袋 井	15.3	27.7	掛 川
磐 田	7.5	"	42.3	"	8.0	"	"	12.3	"	"
竜 洋	8.7	"	49.7	"	15.4	"	"	19.7	"	浜 松
福 田	15.9	"	48.2	"	13.9	"	"	18.2	"	掛 川
豊 岡	17.7	"	55.2	"	20.9	"	"	25.2	"	"
袋 井	15.2	"	35.3	吉 田	3.7	"	"	5.6	"	"
浅 羽	15.1	"	39.3	"	6.9	"	"	8.8	"	"
山 梨	18.4	"	39.9	"	6.9	"	"	8.8	"	"
春 野	46.4	"	64.6	"	32.0	"	"	32.6	"	"
大須賀	21.5	"	37.5	"	13.5	"	吉 田	15.4	"	"
森	24.5	"	38.0	"	13.0	"	"	13.6	"	"
掛 川	23.4	"	25.9	"	11.9	"	"	5.2	"	"
菊 川	31.3	"	22.8	"	19.9	"	"	12.9	"	吉 田
小 笠	38.5	"	26.9	"	26.7	"	"	19.5	"	"
城 東	30.8	"	30.7	"	19.4	"	"	14.1	"	掛 川*
大 浜	33.7	"	33.4	"	22.3	"	"	19.5	"	吉 田
浜 岡	39.2	"	27.9	"	27.8	"	"	24.3	"	"
金 谷	38.4	"	12.0	"	27.0	"	"	19.8	"	"
川 根	55.8	"	30.1	"	44.4	"	"	37.2	"	"
中川根	73.0	"	47.3	"	61.6	"	"	54.4	"	"
本川根	85.0	"	59.3	"	73.6	"	"	66.4	"	"
相 良	49.0	"	14.0	"	37.6	"	"	28.8	"	"
御前崎	48.3	"	22.1	"	36.9	"	"	29.7	"	"

\* 普通貨物についてのみは、吉田となる。



表-3・17 浜松・吉田間のインターチェンジ勢力圏

ゾーン	1 箇 所 設 置				2 箇 所 設 置		
	な し	袋 井	掛 川	菊 川	袋井・掛川	袋井・菊川	掛川・菊川
豊 田							
磐 田							
竜 洋							
福 田							
豊 岡							
袋 井							
浅 羽							
大須賀							
山 梨							
森							
春 野							
掛 川							
菊 川							
小 笠							
城 東							
大 浜							
浜 岡	トラックのみ						
金 谷							
川 根							
中川根							
本川根							
相 良							
御前崎							

凡例：

下り方向 上り方向

浜松 袋井 掛川 菊川 吉田

表-3・19 1箇所建設の費用便益計算総括表

	袋 井	掛 川	菊 川
出入交通量（初年度）	1,499 台/日	1,351	781
便 益（現在価値）	3,622.7 百万円	3,733.4	2,246.9
費 用（現在価値）	821.9	807.2	659.0
費用便益比	4.41	4.63	3.41
順 位	2	1	3

これから知られるように、費用便益比は掛川が第1位であり、浜松、吉田間に1箇所だけ設置するときは、掛川が選ばれるべきことを示している。交通については掛川は袋井より少ないにもかかわらず便益の多いのは、掛川の方が全体の中に位置し、効率が高いためである。

#### 3-2-4 浜松、吉田間にインターチェンジを2箇所建設した場合の費用便益計算

1区間に2箇所インターチェンジを建設したとき、これを一体として便益計算をするには、各O.D点の交通に対し、新設の2箇のうち有利なインターチェンジを利用する場合と、これらの2箇のインターチェンジがなかったときの交通費用（両端のいずれかを利用する）との差額によって求められる。この場合、全体の便益は中間の2インターチェンジのうち、いずれか一方をまず設置したとき

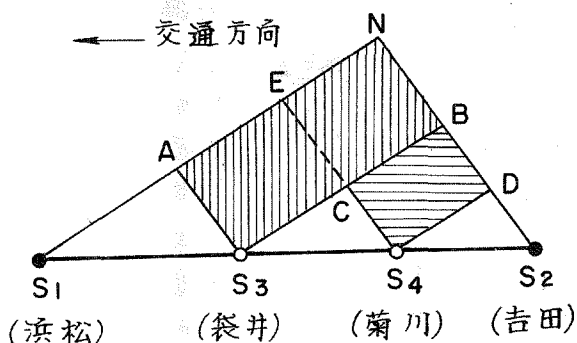


図-3・9 インターチェンジの追加と便益

きの便益と、そのあとで残りの一方を建設したときの便益の合算値に等しい。

これは、一般的に単位便益図により説明することができる。図-2・10に示した等分布発生交通による単位便益図を用いよう。図-3・9において、まず $S_3$ を設けるならば、生ずる便益は、さきの説明と同じく菱形の $ANBS_3$ である。つぎに $S_4$ を追加するならば、これは $S_3$ と $S_2$ の間に生ずるのであるから、この場合の単位便益の基本三角形は $\triangle S_3BS_2$ となり、 $S_4$ の増設による追加便益は菱形 $CBDS_4$ で示される。この2つの菱形の合計面積が $S_3$ および $S_4$ を設けたことによる総便益である。もし逆に、 $S_4$ がさきに作られたのならば、初めは $S_4$ の便益として、菱形

ENDS<sub>4</sub> が得られ、その後S<sub>3</sub>を置くとして、AEC S<sub>3</sub>がその追加に対する増加倍益となる。

浜松・吉田間に2箇のインターチェンジを建設する組合わせは、「袋井・掛川」，「袋井・菊川」および「掛川・菊川」の3組である(図-3・10)。すでに袋井，掛川および菊川の3箇がそれぞれ

単独に浜松・吉田間に置かれたときの便益が3-2-3で算出されている。また袋井が浜松・菊川間に，菊川が袋井・吉田間に置かれたときの便益も3-2-2において算出されている。

図-3・9でS<sub>3</sub>を袋井，S<sub>4</sub>を菊川とするならば(S<sub>1</sub>，S<sub>2</sub>をそれぞれ浜松・吉田をあらわす)，これらの算出された便益は，同図における単位便益図のつぎの部分に対応している。

- 菱形ANBS<sub>3</sub> 袋井単独設置(浜松・吉田間)の便益
- " ENDS<sub>4</sub> 菊川単独設置(浜松・吉田間)の便益
- " AEC S<sub>3</sub> 袋井追加設置(浜松・菊川間)の便益
- " OBD S<sub>4</sub> 菊川追加設置(袋井・吉田間)の便益

したがって，「袋井・菊川」の組合わせに対する便益は，袋井(単独)+菊川(追加)か，または菊川(単独)+袋井(追加)のいずれによっても算出する。

これに対して，「袋井・掛川」の便益については，掛川(単独)の便益に対して，袋井が浜松，掛川間に追加されたときの便益を新たに算出し，これを合算することによって求められ，「掛川・菊川」も同様に掛川，吉田間に菊川を追加したときの便益を求め，これを掛川(単独)に合算して得られる。

これらは2箇のうち，いずれかの単独設置の便益が既に求められているときの計算方法であるが，一般的には冒頭で述べたように，2箇を同時設置としてはじめから計算する。図-3・11を用いて説明するならば，新設のS<sub>3</sub>またはS<sub>4</sub>にそれぞれ属するOD点の交通の持つ便益は，OD点がS<sub>1</sub> S<sub>2</sub>上に等分布しているならば，同図のAFCS<sub>3</sub>がS<sub>3</sub>に転換した交通の便益であり，FNDS<sub>4</sub>Gの多角形がS<sub>4</sub>の勢力圏の便益である。その合計は，さきの「単独設置」+「追加設置」の便益額に等しい。

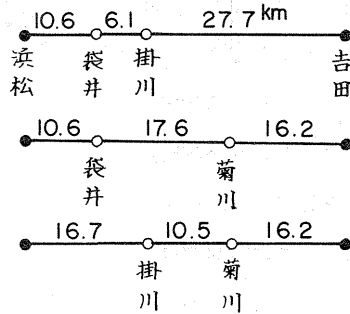


図-3・10 2箇所設置の配置



ジを配置することが便益上有利であり、これに対して集中的な配置は、多少交通量が多いという程度では、不均衡な配置による便益の損失を償い得ないことを示している。

### 3-2-5 総合判定

これまでの計算を総括するならば、浜松・吉田間にインターチェンジを1箇所建設する場合には、「掛川」が最適であり、その各数値はつぎのとおりである。

表	インターチェンジ名	便 益 (百万円)	費 用 (百万円)	費 用 便 益 比
A	掛 川	3,733.4	807.2	4.63

また、2箇所建設する場合の最適配置は「袋井・菊川」の組合わせであり、その数値は下表に示すものとなっている。

表	インターチェンジ名	便 益 (百万円)	費 用 (百万円)	費 用 便 益 比
B	袋 井・菊 川	4,921.6	1,465.4	3.36

表-AおよびBは同一の区間に対して、1箇所建設の場合と、2箇所建設の場合のそれぞれの最適配置に対する費用と便益を示している。インターチェンジを1箇所から2箇に増加したことによる費用および便益の変化はつぎのとおりとなる。

表		便 益 (百万円)	費 用 (百万円)	費 用 便 益 比
C	増加による変化	1,188.2	658.2	1.81

上表のうち、費用便益比以外の項目は、BからAを差引くことによって得られ、費用便益比は、前章の式(2・3)により、費用、便益それぞれの差の比として求められる。この費用便益比は、増設によるいわゆる限界費用便益比であり、これが2箇所建設の可否を判定する基準となる。

この場合、1箇所から2箇所へ増加したことによる限界費用便益比は1.81であり、その基準値を2とするならば、建設の必要性には疑問を生ずる。したがって、袋井・吉田間には、掛川に1箇所のみ建設するのが妥当であるといえることができる。これはさきに袋井および菊川について、それぞれ他を所与として追加するときの費用便益計算を行ないその費用便益比がそれぞれ3.27および2.01となり、いずれも建設の妥当性が認められたことと一見矛盾するようであるが、これは袋井は菊川の、菊川は袋井の存在をそれぞれ前提とし、あたかも損失をお互いにかばい合った形となっているのであって、正しい計算法ではないからである。

これらの結果からして、個々のインターチェンジの建設の可否の判定を、隣接イン

インターチェンジを所与して計算した費用便益比のみから判定することは誤ちを犯す危険がある。疑問の余地のあるインターチェンジの検討については、他の有効な計画地点を含めて、より広範囲で全体的なインターチェンジ配置を考慮すべきであることが示唆される。これは前章で示したインターチェンジの順序付けにおける判定法の具体的例証である。この計算過程においては間接便益は含まれていないから、それを含めれば、菊川インターチェンジの存在を必しも否定することにはならないであろう。問題としなければならないのは、個々の計算の結果ではなく、方法論である。

### 3-3 大都市に対するインターチェンジ配置

#### 3-3-1 概 況

東名高速道路は浜松市の北部を東西に走っている。浜松市の人口は36万で、東名高速道路には、昭和44年で5,561台/日、52年度で10,484台の出入交通量が見込まれている。この浜松市に対するインターチェンジを(1)どこに建設するか、(2)交通量から見て2つのインターチェンジを建設することが妥当であるか、の問題について以下に検討を行なう。

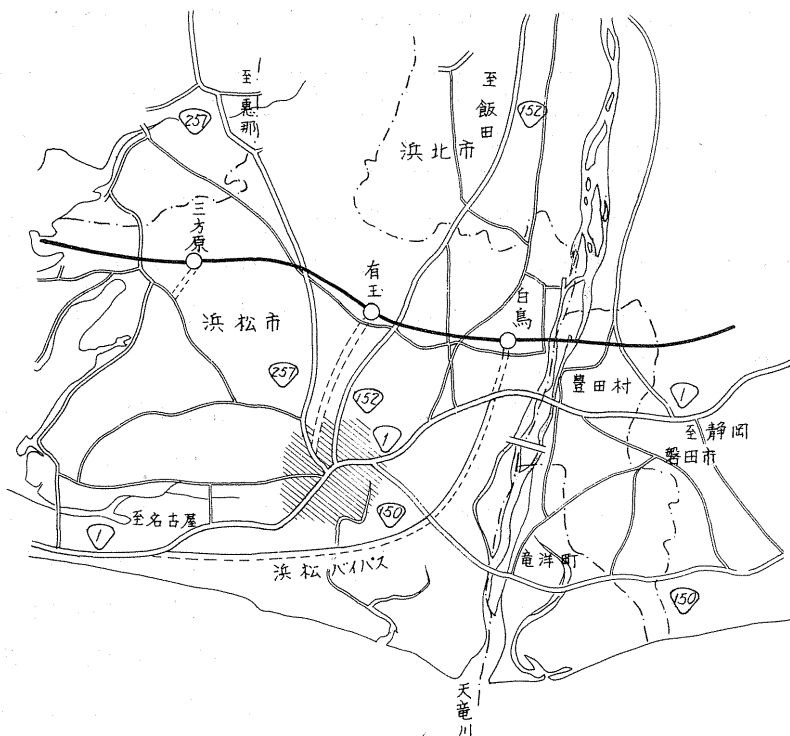


図-3-12 浜松インターチェンジ比較位置図

浜松市の交通地理的環境は、図－３・１２に見られるように、一般国道１号線が同市中心部を通過して東西を結んでいる。また他に３本の国道１５２号飯田浜松線、２５７号恵那浜松線および１５３号静岡浜松線が放射状に分散しており、その他補助的な道路によって道路網が形成されている。またインターチェンジ計画に重要な関連のある計画として、浜松市中心部の東南部に自動車専用道路規模の国道１号線バイパス（通称浜松バイパス）があり、高速道路とほぼ同時期の完成を目して工事が進められている。

浜松インターチェンジの候補地点は有玉、白鳥、三方原の３地区がある。候補地の一つである有玉の特色は市街地中心部に近いことであるが、それは交通の主要発生源に近いことを意味すると同時に、その他の周辺地域の発生集中交通量の多くが、市街地中心部を通過せざるを得ないという欠点を持ち、また市心より有玉へ至る道路である国道１５２号が狹隘であって、大量のインターチェンジ出入交通を処理するためには、バイパス的な都市計画道路約５.５Kmを取付道路として建設する必要を生じさせている。第２の候補地である白鳥は、浜松市に対する相対的位置としてはやや東に偏しているが、浜松バイパスの存在によって市中心部に発生する交通を除いては、市中心の交通混雑部を通過せずにインターチェンジへ達することができる。浜松バイパスが現１号国道に接続する地点からインターチェンジに至る間の２.７Kmについては、現在道路がなく、新たに都市計画道路として建設する必要がある。

最後の三方原は最も西側に位置するもので、県道と若干の新設取付道路によって交通が運ばれるが、この候補地は、ⅰ）西に偏し過ぎていること、ⅱ）取付道路が十分な容量をもっていないこと、ⅲ）大部分の交通が市中心部を通過すること、などの理由から、浜松に一つだけインターチェンジを置く場合の候補地としては計算をするまでもなく除外してよく、２箇所設置する際のみ候補地となる。

### ３－３－２ １箇所建設の費用便益計算

#### (1) 交通配分

浜松インターチェンジの出入交通量は、前節の浜松、吉田間のインターチェンジ

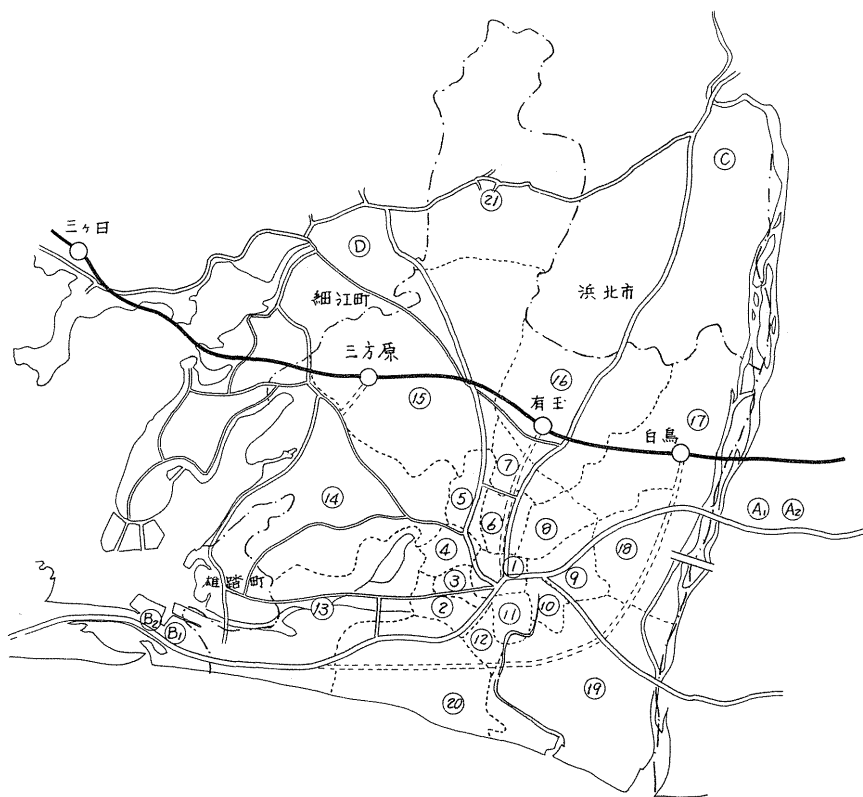
表－３・２１ 浜松インターチェンジ出入交通量

昭和４４年 (単位：台／日)				昭和５２年			
	上り	下り	合計		上り	下り	合計
乗用車	1,209	711	1,920	乗用車	2,883	1,758	4,641
バス	143	86	229	バス	201	132	333
普通貨物	1,129	969	2,098	普通貨物	1,681	1,592	3,273
小型貨物	744	570	1,314	小型貨物	1,261	976	2,237
合計	3,225	2,336	5,561	合計	6,026	4,458	10,487

配置で用いたと同じく、道路公団の推定交通量を利用する（表－３・２１）。この交通量は浜松市を１ゾーンとしたＯＤ調査を基として算定されているが、一都市内のインターチェンジ配置を考察するには、より詳細なゾーニングを必要とする。幸い都市ＯＤ調査として静岡県が実施した昭和３７年度自動車起終点交通調査があるので、そのゾーニングと発生集中交通量をもとに配分を行なう。同資料では、図－３・１３に示すように浜松市域を２１ゾーンに区域わけし、その周辺を磐田、雄踏～湖西、天竜～浜北、細江～庄内の４地区に分割して浜松都市圏としている。

これらのゾーンの発生集中量のうち、浜松インターチェンジへの可能性のある交通を抜き出し、これに比例させて出入交通量を各ゾーンに配分させることとする。表－３・２２は転換対象となる発生集中量を示したもので、上りについては、袋井インターチェンジの勢力圏に他の交通端を持つもの（ $A_1$ ）と菊川以遠のもの（ $A_2$ ）とにわけて示した。下りについては愛知県以西のもの（ $B_2$ ）を対象とした。三ヶ日インターチェンジ圏内への交通量は、細江～庄内のゾーンの一部となっており分割できず、かつ小量であるから省略した。

これらの転換対象量に対して、表－３・２１の出入交通量をゾーン別、車種別に



図－３・１３ 浜松地区ＯＤゾーン区分図



表-3・22 浜松市域発生集中交通量(高速道路転換対象分)

(静岡県土木部計画課“昭和37年度自動車起終点交通調査報告書”より)

(単位:台/日)

ゾーン名	乗 用 車			バ ス			普 通 貨 物			小 型 貨 物			合 計	
	上 り		下 り (B <sub>2</sub> )	上 り		下 り (B <sub>2</sub> )	上 り		下 り (B <sub>2</sub> )	上 り		下 り (B <sub>2</sub> )	上 り (A <sub>1</sub> +A <sub>2</sub> )	下 り (B <sub>2</sub> )
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>			
01	593	127	115	303	6	21	53	89	127	2,536	229	243	3,936	506
02	7	1	1	0	0	0	33	6	6	65	27	2	139	9
03	75	5	22	1	0	0	6	2	17	272	18	31	379	70
04	26	15	10	0	0	0	0	3	4	108	21	16	173	30
05	39	10	11	7	1	0	7	34	34	165	11	42	274	87
06	64	9	25	1	1	0	46	16	79	452	52	67	641	171
07	7	2	5	0	0	0	1	15	9	88	7	7	120	21
08	37	15	2	74	0	0	6	11	41	231	20	34	394	77
09	64	10	56	0	0	1	13	67	159	360	50	158	564	374
10	24	0	11	1	0	3	7	4	27	186	34	65	256	106
11	44	3	22	0	0	0	8	5	20	324	53	40	437	82
12	7	0	33	0	0	0	19	42	47	212	19	108	299	188
13	0	14	26	0	0	2	2	8	23	132	41	60	197	111
14	12	0	1	0	0	1	6	0	8	65	23	9	106	19
15	37	4	22	0	1	0	19	12	29	314	31	53	418	104
16	7	0	2	0	0	0	27	3	3	222	22	36	281	41
17	16	1	27	2	0	0	325	2	14	96	11	12	453	53
18	161	13	44	6	0	2	311	15	409	1,146	43	83	1,695	538
19	40	3	15	2	0	0	427	17	161	323	41	33	853	209
20	55	0	6	0	0	2	33	2	36	232	14	86	336	140
21	0	2	1	2	0	0	0	0	1	10	11	0	25	2
磐 田	—	—	20	—	—	1	—	—	66	—	—	69	—	156
雄 踏 ~ 湖 西	24	0	—	0	1	—	0	40	—	0	85	—	150	—
天 竜 ・ 浜 北	28	4	34	0	2	1	18	36	350	133	36	66	257	451
細 江 ・ 庄 内	19	4	1	0	0	1	11	13	9	59	40	1	146	12
合 計	1,362	266	512	399	12	35	1,378	442	1,679	7,731	939	1,321	12,529	3,557

注1. 上りのA<sub>1</sub>は袋井圏, A<sub>2</sub>は菊川以東, 下りのB<sub>2</sub>は愛知県以西への交通量

注2. 磐田の上り方向および雄踏~湖西の下り方向は, どのインターチェンジ候補地に対しても転換しないので省いた。

表-3・23 浜松インターチェンジ出入交通量の勢力圏内各ゾーンへの交通配分（昭和44年）

（単位：台／日）

ゾーン名	乗 用 車				バ ス				普 通 貨 物				小 型 貨 物				合 計	
	上		下り		上		下り		上		下り		上		下り		上り	下り
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	計	B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	計	B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	計	B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	計	B <sub>2</sub>		
01	76	492	568	160	3	69	72	53	1	225	226	73	60	124	184	89	1,050	375
02	1	4	5	1	0	0	0	0	0	15	15	3	2	19	21	1	41	5
03	10	19	29	31	0	0	0	0	0	5	5	10	7	11	18	16	52	57
04	3	58	61	14	0	0	0	0	0	8	8	2	3	6	9	8	78	24
05	5	39	44	15	0	12	12	0	0	86	86	20	4	8	12	18	154	53
06	8	35	43	35	0	12	12	0	1	40	41	46	11	34	45	34	141	115
07	1	8	9	7	0	0	0	0	0	38	38	5	2	5	7	4	54	16
08	5	58	63	3	1	0	1	0	0	28	28	24	8	13	21	16	113	43
09	8	39	47	78	0	0	0	2	0	169	169	92	10	30	40	78	256	250
10	3	0	3	15	0	0	0	8	0	10	10	16	5	24	29	30	42	69
11	6	12	18	31	0	0	0	0	0	13	13	12	8	38	46	13	77	56
12	1	0	1	46	0	0	0	0	0	106	106	27	6	11	17	46	124	119
13	0	54	54	36	0	0	0	5	0	20	20	13	4	29	33	23	107	77
14	2	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	5	2	17	19	5	21	13
15	5	16	21	31	0	12	12	0	0	30	30	17	10	22	32	27	95	75
16	1	0	1	3	0	0	0	0	0	8	8	2	4	1	5	13	14	18
17	2	4	6	37	0	0	0	0	3	5	8	8	3	8	11	0	25	45
18	21	50	71	61	0	0	0	5	3	38	41	235	30	28	58	42	170	343
19	5	12	17	21	0	0	0	0	4	43	47	93	8	14	22	10	86	124
20	7	0	7	8	0	0	0	5	0	5	5	21	6	8	14	39	26	73
21	0	8	8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	8	0	16	2
磐田	—	—	—	28	—	—	—	2	—	—	—	38	—	—	—	35	—	103
雄踏～湖西	0	93	93	—	0	12	12	—	0	0	0	—	0	50	50	—	256	—
天竜・浜北	4	16	20	47	0	22	22	2	0	101	101	201	4	14	18	22	151	272
細江・庄内	2	16	18	1	0	0	0	2	0	91	91	5	2	23	25	1	76	9
計	176	1,033	1,209	711	4	139	143	86	12	1,117	1,129	969	199	545	744	570	3,225	2,336
総計																		5,561

注） インターチェンジ位置によって、そのインターチェンジに転換しないゾーンが生ずるから、  
 総出入量が本表に示す値（5,561）より少なくなることがある。

比例させて作成したのが表-3・23の交通配分表である。上りについては、出入交通量を原資料から袋井および袋井以遠にわけ、それぞれ表-3・22の $A_1$ 、 $A_2$ に比例させて求めた。昭和52年についても同じ配分率を用いた。本来、これらの配分については、年度の進むにしたがい、圏内のゾーン毎の発生交通の増加率が異なれば、各ゾーンの発生集中量の相互比率が変化するから、それにしたがって配分率も異なるべきである。

浜松市の将来の交通のパターンを予想させるものとして、都市計画の用途地域や、それに基く開発計画等があるが、具体的にその実現の年度や各ゾーン毎の進捗が明らかにされているわけではなく、単なる青写真程度のものに過ぎないので、この配分計算では、昭和37年度における交通発生日がそのまま延長されるものと見なし、配分率は変えていない。

## (2) 便益計算

1箇所建設の場合の候補地である有玉および白鳥のそれぞれについて費用便益計算を行なう。便益算定の方法は前と同じく隣接インターチェンジである三ヶ日および袋井を対象とし、浜松のインターチェンジがある場合とない場合のそれぞれの最適経路（最小交通費

用経路）に対する交通費用の差として便益が把握される。両候補地の隣接インターチェンジとの距離関係は図-3・14

に示すところである。

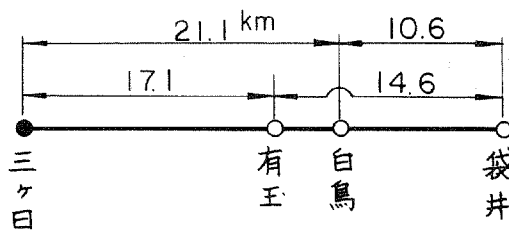


図-3・14 1箇所建設の位置関係

便益計算に用いる一般道路の交通費用としては、さきの浜

松・吉田間のインターチェンジ比較には、一般道路はすべて一率に郊外部（走行速度、乗用車40Km/h、その他30Km/h）の値を用いたが、この場合は、市街中心部（ゾーン1～12の区域）は市内部道路（走行速度、全車20Km/h）の交通費用を、また浜松バイパスにはバイパス道路（乗用車70Km/h、その他60Km/h）の交通費用を、その他の道路については郊外部道路の交通費用をそれぞれ用いた（表-3・7参照）。

表-3・24は昭和44年における便益額の算定結果である。これによれば、上

り方向は白鳥に置く場合が有利であり、下り方向は有玉が有利となっており、全体としては白鳥が有利となっている。インターチェンジへの到達距離のみからすれば、表-3・25に示すように両候補地への距離は、全25ゾーンのうち5ゾーンを除きすべて有玉の方が近いのであるが、有玉の方が全体的に市内部通過の距離が長い

表-3・24 昭和44年浜松インターチェンジ（白鳥および有玉）便益表

白 鳥

（単位：千円）

昭和44年	上り（袋井まで）			下り（三ヶ日まで）			合 計
車種 \ 便益	走 行	時 間	合 計	走 行	時 間	合 計	
乗 用 車	85	122	207	53	96	149	356
バ ス	53	68	121	22	44	66	187
普 通 貨 物	364	106	470	414	133	547	1,017
小 型 貨 物	143	36	179	99	33	132	311
合 計	645	332	977	588	306	894	1,871

合計 年682.9百万円

有 玉

昭和44年	上り（袋井まで）			下り（三ヶ日まで）			合 計
車種 \ 便益	走 行	時 間	合 計	走 行	時 間	合 計	
乗 用 車	66	55	151	73	96	169	320
バ ス	50	68	118	37	50	87	205
普 通 貨 物	278	86	364	457	126	583	947
小 型 貨 物	109	28	137	144	35	179	316
合 計	503	267	770	711	307	1,018	1,788

合計 年652.6百万円

ために、出入する交通も少なくなり、便益も低い。交通量は浜松地区全ゾーンに割りあてたものから、それぞれのインターチェンジ位置に対して転換しないものを除いて計算される（表-3・25）。

52年度についても同様に計算し、前と同じく30年間の総便益の現在価値を求めるならば、次表のとおりとなる。

表-3・26 両候補地（白玉および有玉）の交通量と便益

インターチェンジ位置	白 鳥	有 玉
出入交通量（44年度）	5,391 台/日	5,223
便 益（現在価値）	14,436.0 百万円	13,714.9

この計算では、さきに述べたように将来のゾーン毎の発生集中交通量の伸び率の

変化を見込んでないが、市街地中心部は既にほぼ飽和点に達しており、今後開発が見込まれるのは市の周辺部であって、浜松バイパスを利用するゾーンの交通の伸びが大きいと目されるから、白鳥インターチェンジの便益はこの計算よりさらに大きくなると見てよい。

表-3・25 浜松インターチェンジ候補地への到達距離

(単位:Km)

ゾーン	白 鳥				有 玉			
	市内部	郊外部	バイパス	計	市内部	郊外部	バイパス	計
01	2.1	6.0	0	8.1	3.9	1.9	0	5.8
02	4.1	6.0	0	10.1	5.8	1.9	0	7.7
03	3.2	6.0	0	9.2	4.4	1.9	0	6.3
04	3.6	6.0	0	9.6	4.2	1.9	0	6.1
05	1.0	8.0	0	9.0	3.4	1.9	0	5.3
06	3.3	6.0	0	9.3	2.7	1.9	0	4.6
07	1.0	5.3	0	6.3	1.3	1.9	0	3.2
08	1.6	6.0	0	7.6	3.7	1.9	0	5.6
09	0.9	6.0	0	6.9	4.9	1.9	0	6.8
10	1.1	6.0	0	7.1	6.5	1.9	0	8.4
11	2.1	6.0	0	8.1	5.3	1.9	0	7.2
12	3.3	6.0	0	9.3	5.3	1.9	0	7.2
13	0	8.1	10.3	18.4	7.2	3.7	0	10.9
14	0	11.9	10.3	22.2	5.4	6.2	0	11.6
15	0	7.2	0	7.2	0	3.4	0	3.4
16	0	5.3	0	5.3	0	2.2	0	2.2
17	0	0.6	0	0.6	0	3.5	0	3.5
18	0	2.9	0	2.9	4.1	5.2	0	9.3
19	0	2.9	3.5	6.4	7.2	3.6	0	10.8
20	0	3.6	10.3	13.9	6.3	4.5	0	10.8
21	0	15.9	0	15.9	0	9.1	0	9.1
磐田	0	8.4	0	8.4	4.1	11.0	0	15.1
雄踏～湖西	0	5.9	16.7	22.6	5.4	10.4	0	15.8
天竜・浜北	0	8.1	0	8.1	0	5.3	0	5.3
細江・庄内	0	15.2	0	15.2	0	11.2		11.2

### (3) 費用計算

両候補地に対する費用は表-3・27のように求められた。費用項目のうち、インターチェンジの用地補償費は市街地に近い有玉が高くなっており、また取付道路延長が、白鳥に比し有玉はほぼ2倍を必要とするため、総体的に有玉はほぼ2倍の費用を見込まねばならない。取付道路の幅員はいずれも7mについてのみその建設費を計上している。

実際にはいずれの取付道路も25～30mの都市計画道路であるが、そのうちインターチェンジ出入交通量に直接必要な幅員(7.0m)のみをインターチェンジの分とした。

表-3・27 浜松インターチェンジ(白鳥および有玉)費用表(現益価値)

単位:百万円

	白 鳥	有 玉
インターチェンジ工事費	406.2	406.2
"    用地補償費	353.4	659.5
取 付 道 路 建 設 費	220.0	890.0
インターチェンジ維持費	59.4	66.7
"    管理費	305.5	305.5
費 用 合 計	1,344.5	2,327.9

注)取付道路延長 白鳥 2,730m

有玉 5,470m

### (4) 費用便益比

費用便益計算結果(表-3・28)からすると、市中心部に近い有玉地区より、周辺部の白鳥地区へインターチェンジを置いた方が有利なことが判る。これは便益額自体でも白鳥が大きく、また費用は逆に小さいことからして当然である。特に取付道路の費用が多いことが、有玉の費用便益比率を

表-3・28 浜松インターチェンジ1箇所建設の費用便益計算総括表

	白 鳥	有 玉
出入交通量(初 度)	5,391台/日	5,223
便 益 (現在価値)	14,436.0	13,714.9
費 用 (現在価値)	1,344.5	2,327.9
費 用 便 益 比	10.74	5.89
順 位	1	2

小さくしていることが注目される。これらの結果は、高速道路の大都市ヘサービスするためのインターチェンジを中心部の近くに置くと、交通混雑の影響によって便益が減少し、また土地価格が高いことによる建設費の増大とも相まって、むしろ都市周辺部ヘ建設する方が得策であることを示唆している。これらの便益計算には、高速道路への出入交通の交通費用しか算定されていない。市中心部近くへインターチェンジを置いたときには、周辺部に発生した交通が高速道路ヘ乗るために市中心部を

通過することによって、他の交通に対する交通渋滞の原因となり、ひいてはそれらの交通に対して速度低下等の損害を与える。これらの外部的損失を加えるならば、このような場合のインターチェンジ位置として市中心部近くへ設けることの不得策はさらに明らかとなるであろう。

### 3-3-3 2 箇所建設の費用便益計算

前項の検討結果によれば浜松インターチェンジ（白鳥）の費用便益比は10.74である。これはこれまでに検討した浜松―吉田間のインターチェンジのどの場合に比しても2～3倍も高い値であり、国民経済的に見て、浜松地区の交通に対して、さらにインターチェンジを増設することの経済的可能性を検討するに値する数値である。浜松地区のインターチェンジ出入交通量は5,561台（44年）で、そのうちの58%にあたる3,225台が上り方向（東行）で、残りの42%, 2,336台が下り方向（西行）である。また白鳥は東に偏しているから、西側に1箇所増設することは当然考慮しうる所である。その候補地としては三方原があり（図-3・12参照）、こゝに増設したときの距離関係は図-3・15のようになる。

この増設の場合、「白鳥・三方原」および「有玉・三方原」の組合わせが考慮しうる。ただ先の浜松・吉田間における2箇所配置の場合と異なり、1箇所設置の場合、中央に近く位置する有玉より、東側に位置する白

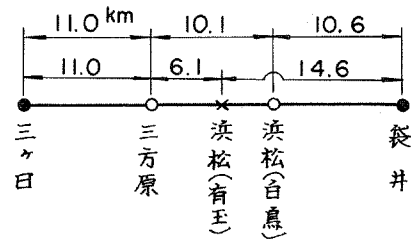


図-3・15 2 箇所建設の位置関係

鳥の方が有利であったから、2箇所設置においても、インターチェンジ間隔のバランスのよい「白鳥・三方原」の組合わせの方が有利となるであろうことは、計算するまでもなく明らかであるが、その評価を定量的に明らかにするために、「有玉・三方原」についても便益算定を行なう。

#### (1) 便益算定と交通配分

「白鳥・三方原」の組合わせの便益は、さきに求めた三ヶ日、袋井間に単独に白鳥に設けたときの便益に、あとから三方原を追加したときの便益を加算すればよい。その便益は三ヶ日、白鳥間を対象として計算される。有玉についても、有玉（単独）＋三方原（追加）により求められる。これらの計算法はこれまで示して来たものと全く同じである。

交通については、三方原を追加したとき、両隣接インターチェンジから転換して

来ることにより新たな配分関係となる。(正しくは、これまで高速道路に乗らなかった新設インターチェンジと隣接インターチェンジとの間の交通が新たに転換するのであるが、こゝでは考慮しない。同様に誘発、開発交通についても論じない。)

表一・三・二九は白鳥に三方原が追加されたときの交通配分状況である。三方原は、

隣接の三ヶ日および白鳥からの  
転換交通によって出入交通量が  
構成される。上りについては、

三方原へ転換する204台はす  
べて白鳥から転換するもので、  
これは高速道路をより長く利用  
するケースⅠに相当する交通で  
ある。これに対して、下りは

1,318台であるが、三ヶ日か  
ら転換するケースⅠの交通は170台に過ぎず、残余の1,148台は白鳥から転換  
するもので、これは高速道路をより少なく利用することによって便益を生ずるケー  
スⅡの型に属する交通である。

全体として三方原の出入交通量1,522台のうち、75%の1,148台がケース  
Ⅱに属する。前章二・四・三でも記したが、交通分散の平均的な状態からすれば、  
ケースⅡに該当する交通は全体出入量の3~5%であって、それから見るとき、こ  
の三方原のケースはかなり特異なものであり、大都市の附近に増設するときの一つ  
の型であると見なされる。これは後述するように、有料道路の私企業的採算に影響  
する所が大きい。

白鳥に残される交通は4,039台で、これと三方原を合算した5,561台は、さ  
きの白鳥単独の場合の5,391台に比し170台増となっており、これが三ヶ日か  
ら転移したものである。

(2) 費用便益計算

2箇所設置の費用は、単独設  
置の費用に追加されるインター  
チェンジの建設費を加算して求  
められる。表一・三・三〇は追加  
のインターチェンジの費用表で  
ある。

表一・三・三〇 三方原インターチェンジ  
費用表(現在価値)

(単位:百万円)

インターチェンジ 工費	325.0
同 用地補償費	282.0
取付道路建設費	157.2
インターチェンジ維持費	55.8
同 管理費	121.1
費用合計	941.1

(取付道路延長(1.95Km))

便益についても、前述のよう



に，単独設置便益に追加設置の便益を加算して得られる。これらから求めた2箇所建設の費用便益計算

の結果が，表－3・

表－3・31 浜松地区2箇所建設費用便益表

31に示される。

当然予想されるように，「白鳥・三方原」の組合わせが有利である。

(2) 考 察

2箇所建設の可否

は，1箇所建設との

比較によって求められるのである。既に1箇所建設としては白鳥が有利なことが明らかにされているが，特に有玉が1箇所の場合に選択されたものとしての比較も併せ検討して見る。表－3・32は1箇所増設に対する費用便益の一覧表である。

表－3・32 1箇所増設の費用便益総括表

1箇所建設の位置	白 鳥		有 玉	
2箇所建設の組合わせ	白鳥・三方原	有玉・三方原	白鳥・三方原	有玉・三方原
増加便益（現在価値）	2,808.3 百万円	1,033.0	3,526.4	1,754.1
増加費用（現在価値）	941.1 百万円	1,924.5	－ 32.3	941.1
限界費用便益比	2.97	0.54	－	1.85

同表に見られるように，1箇所のとき最適であった白鳥に対して，2箇所のときの最適である「白鳥・三方原」に移行するとき，すなわち，三方原を追加するときの費用便益比は2.97で，この追加は有効である。これに対して，「有玉・三方原」という組合わせは，最適の白鳥からの増加としてみるならば，費用の増加が便益の増加で償却し得ず，費用便益比は0.54と1以下になり，損失を招く。これに対して，有玉を最初のインターチェンジと見るならば「白鳥・三方原」の組合わせはほとんど費用の増減がなく，すなわち有玉1箇所の費用で「白鳥・三方原」の費用をまかなえるので，便益の増加の効用が非常に高くなる。なお，有玉を最初として，これに三方原を追加した場合は，費用便益比は1.85となり，追加の効用が疑わしい。

以上見て来たように，インターチェンジの配置はその組合わせの方法によって非常に効用が異なり，適切な配置計画がのぞまれるところである。特に大都市では，

都心部の交通も多く、かつインターチェンジの出入交通量も多いから、インターチェンジを中心部に近く 1 箇所設けるより、周辺部に 2 箇所にかけて配置すると、便益も大きくなり、かつまた場合によっては、中心部へ建設する 1 箇所の費用と分散した 2 箇所の全建設費とがほとんど異ならないから、このような配置のもたらす効果は非常に大きいことが、本例によっても実証された。

ただ、このような国民経済的効用とは別に、有料道路としての私企業的採算を問題とする場合には、交通の転移の方向に注意して置かねばならない。高速道路をより長く利用するケースⅠによる転換は、料金収入を増加させる働きをするが、ケースⅡではより短かく利用する転換であるから、その転換によって料金収入は減少する働きを持つ。したがって、両側の隣接インターチェンジとの距離にもよるが、平均的には、ケースⅡがケースⅠより多い場合には、全体として料金収入は減少する。この浜松の例は、全体の 75% がケースⅡであり、その典型的な例である。

### 3-4 出入交通量と高速道路の都市接近の関係

#### 3-4-1 概 論

一般に、高速道路は最短距離を結ぶことが、経済効果の点で有利である。したがって、図-3・16のA・B間にインターチェンジを建設する計画が与えられたならば、第一に考えられるのは、A・B間を最短距離で結び、その高速道路上で都市に一番有利と考えられる地点にインターチェンジを建設する方法である。

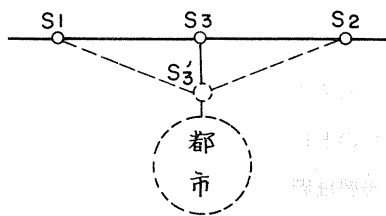


図 - 3・16

しかしその都市への出入交通量が多いときには、高速道路を都市により接近させた方が、全体として有利となってくる。高速道路をどの程度都市に接近させるのが最適であるかは出入交通量に依存しているが、これはあたかも、A・B間に張り渡したゴム紐に重りを下げたときの均衡状態に相似する現象である。

以下、各種条件下におけるこれらの均衡について考察しよう。

3-4-2 経済的均衡

図-3・17において、高速道路路線が都市の方へ接近し、インターチェンジ位置が $S_3$ から $S_3'$ へ移ったとき、都市からインターチェンジに至る取付道路は $\Delta t$ だけ短くなるが、高速道路は $\Delta s$ だけ長くなるものとする。そのとき、高速道路が長くなることにより受ける損失を $F_1$ とすれば、

$$F_1 = C_1 + B_1 \dots\dots\dots (3 \cdot 3)$$

ただし、 $C_1$ ：高速道路が長くなることによる建設費の増分

$B_1$ ：高速道路が長くなることによる交通費用の増分

一方、取付道路が短くなることによる利益を $F_2$ とすれば、

$$F_2 = C_2 + B_2 \dots\dots\dots (3 \cdot 4)$$

ただし、 $C_2$ ：取付道路が短くなることによる建設費の減少分

$B_2$ ：取付道路が短くなることによる交通費用の減少分

$F_1$ はこれをつぎのように置く。この場合、出入交通量は左右均等に分かれ、 $S_3$ の左右で本線交通量は変わらないものとし、また高速道路の建設費は距離に比例するものとする。

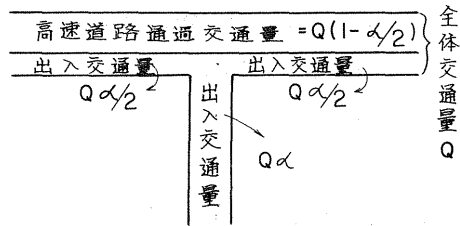


図-3・18

この計算はいわゆる費用便益差を求めることを意味しているが、費用便益比の最小値について機会費用を考慮したように、この場合も投資に対して機会費用係数を乗じて置かねばならない。したがって、

$$F_1 = C_1 + B_1 = u' \tau \Delta s + Q c' K \Delta s = (u' \tau + Q c' K) \Delta s \dots\dots\dots (3 \cdot 5)$$

ただし  $u'$ ：単位距離当り高速道路建設費（円/Km）， $\tau$ ：機会費用係数

$Q$ ：高速道路の初年度年間総交通量（台）， $c'$ ：高速道路の単位距離当り交通費用（円/Km）， $k$ ：現在価値係数， $\Delta s$ ：高速道路の距離の増分

同様に  $F_2$  についても,

$$F_2 = C_2 + B_2 = u \tau \Delta t + P c k \Delta t = (u \tau + P c k) \Delta t \dots\dots (3.6)$$

ただし,  $u$ : 取付道路単位距離当り建設費 (円/ $K_m$ )

$P$ : 取付道路の初年度年間総交通量 (台)

$c$ : 取付道路の交通費用 (円/ $K_m$ )

$\Delta t$ : 取付道路の距離の減少分 ( $K_m$ )

全体交通量に対する出入交通量の割合を  $\alpha$  とすれば, 図-3.18に見られるように,

$$P = Q \alpha \dots\dots\dots (3.7)$$

高速道路が都市に近づくにしたがって,  $F_1$ ,  $F_2$  は変化する。それによる費用の変化を  $Y$  とすれば,

$$Y = F_1 - F_2 = (u' \tau + Q c' k) \Delta s - (u \tau + Q \alpha c k) \Delta t \dots\dots\dots (3.8)$$

高速道路の位置の変化に伴う高速道路の路線形にある関数形が与えられるならば,

$\Delta s = f(\Delta t)$  であると考えることができるから, 式(3.8)は,

$$Y = (u' \tau + Q c' k) f(\Delta t) - (u \tau + Q \alpha c k) \Delta t \dots\dots\dots (3.9)$$

$f(\Delta t)$  に形を与え,  $\Delta t$  に関する  $Y$  の変化について調べることにする。

いま, 図-3.19に示すように,

$\ell_1$  なる距離を持つ  $S_1$ ,  $S_2$  の中点

$S_3$  から直角に取付道路が結ばれ,

$\Delta t$  の移動に伴い, 道路がすべて直

線で結ばれるとするならば,

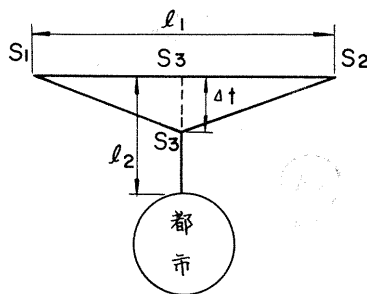


図-3.19

$$\Delta s = 2 \left( \sqrt{\left(\frac{\ell_1}{2}\right)^2 + (\Delta t)^2} - \frac{\ell_1}{2} \right)$$

$$= \ell_1 \left\{ \sqrt{1 + 4 \left(\frac{\Delta t}{\ell_1}\right)^2} - 1 \right\}$$

$$\dots\dots\dots (3.10)$$

ここで  $\frac{\Delta s}{\ell_1} = s$ ,  $\frac{\Delta t}{\ell_1} = t$  とおくならば,  $s$  および  $t$  はそれぞれ路線位置の変化に  
 応ずる本線および取付道路の距離の変化率をあらわしている。これを上式に代入し

$$s = \sqrt{1 + 4 t^2} - 1 \dots\dots\dots (3.11)$$

これをさらに式(3.9)に代入し,

$$Y = (u' \tau + Q c' k) (\sqrt{1 + 4 t^2} - 1) - (u \tau + Q \alpha c k) t \dots\dots\dots (3.12)$$

上式を  $t$  の変化につき調べると,

$$\frac{dY}{dt} = -(u\tau + Q\alpha ck) + (u'\tau + Qc'k) \frac{4t}{\sqrt{1+4t^2}}$$

$$= (u'\tau + Qc'k) \left\{ \frac{4t}{\sqrt{1+4t^2}} - \frac{u\tau + Q\alpha ck}{u'\tau + Qc'k} \right\}$$

ここで  $\frac{u\tau + Q\alpha ck}{u'\tau + Qc'k} = \lambda$  とおけば

$$\frac{dY}{dt} = (u'\tau + Qc'k) \left\{ \frac{4t}{\sqrt{1+4t^2}} - \lambda \right\}$$

$$\frac{dY}{dt} = 0 \text{ について, } t \text{ を求めれば}$$

$$t = \frac{\lambda}{2\sqrt{4-\lambda^2}} = t_c \text{ (ただし, } \lambda \leq 2 \text{ )} \dots\dots\dots (3 \cdot 13)$$

$t = t_c$  における曲線の性

質は,

$$\frac{d^2 Y}{dt^2} = 4(u'\tau + Qc'k)$$

$$\cdot (1+4t^2)^{-\frac{3}{2}}$$

$$\cdot (1-2t)^2 > 0$$

であり,  $t_c$  において  $Y$  は極小

となる。図-3・20に示すよ

うに, この点は路線の経済的衡点

点である。 $t = t_c$  において,

$$Y|_{t=t_c} = (u'\tau + Qc'k) \cdot \left( \frac{\sqrt{4-\lambda^2}}{2} - 1 \right) \dots\dots\dots (3 \cdot 14)$$

$t$  は  $\lambda$  の値によって変化するが, 出入交通量の全体交通量に対する割合  $\alpha$  をパラメーターとし, その他の  $u, u'$  等を定数として,  $\alpha$  の変化に対する  $t_c$  の変化を調べて見る。

$t = t_c$  において, (3・13) から,

$$\lambda = \frac{4t_c}{\sqrt{1+4t_c^2}}$$

また定義から

$$\lambda = \frac{u\tau + Q\alpha ck}{u'\tau + Qc'k}$$

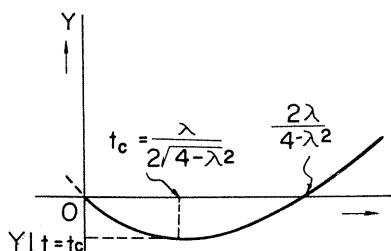


図-3・20

したがって、

$$\alpha = \frac{1}{Q_0 k} \{ \lambda (u' \tau + Q_0' k) - u \tau \} \text{ なる故}$$

$$\alpha = \frac{1}{Q_0 k} \left\{ \frac{4 t_c}{\sqrt{1 + 4 t_c^2}} (u' \tau + Q_0' k) - u \tau \right\} \dots\dots\dots (3 \cdot 15)$$

上式は出入交通量の割合 $\alpha$ と最適な路線のずれ $t_c$ との関係をあらわしている。こゝで具体的な数値を入れて計算を行なう。

取付道路の種類を、一般道路（郊外部）、バイパスおよび高速道路の三種とし、それぞれに対する定数を表-3.33のように与える。この数値を式(3.15)に代入し、求めた結果をグラフとして示したのが、図-3.21である。

図から知られ

るように、一つ 表-3.33 式(3.15)に与える数値

の取付道路に着目するならば、出入交通の割合 $\alpha$ が増加するに  
したがって、取付道路の最適短縮率 $t_c$ も増大する。換言すれ

高速道路	建設費 $u'$	8億円/Km		
	初年度交通量 $Q$	10,000台/日×365=3,650,000		
	交通費用 $c'$	34.11円/台・Km		
取付道路	規格	一般道路	バイパス	高速道路
	建設費 $u$	1億円/Km	4	8
	交通費用 $c$	50.36円/Km	39.21	34.11
共通	機会費用係数 $\tau$	2		
	現在価値係数 $k$	31.438（交通増加率7%）		

ば、高速道路は出入交通量が増加すれば、取付道路の方向により強く引かれ、高速道路はそれにつれ長く迂回することによって経済的な均衡状態が得られる。

つぎに取付道路の種別による相違を見るならば、まず出入交通量が0の点では、取付道路の規格が一般道路であるときに短縮率 $t_c$ が最も少なく、これに対して、取付道路が高速道路であるときに $t_c$ が最も多い。これは理論上、出入交通量が0のときでも取付道路が存在すると仮定しているので、出入交通量が0のときは、取付道路に関わる費用は建設費のみであるので、単当たり建設費の高いものほど、その延長を短かくすることが有効に働くから、取付道路が高速道路規格であるときに、一般道路規格より迂回が大きくなる。

また出入交通量が大きくなれば、規格の高い道路の方が交通費用が少なくて済むことが、建設費の割高であることよりも大きく影響し、規格の高い道路の迂回率が少なくなる。ある出入交通量率 $\alpha$ について、取付道路についてどの規格を用いるのが最適であるかは、図-3.19における $\ell_1$ および $\ell_2$ の長さに関係しているが、一般的な状況で言うならば、迂回率の少ないものほど総費用も少なくなる。

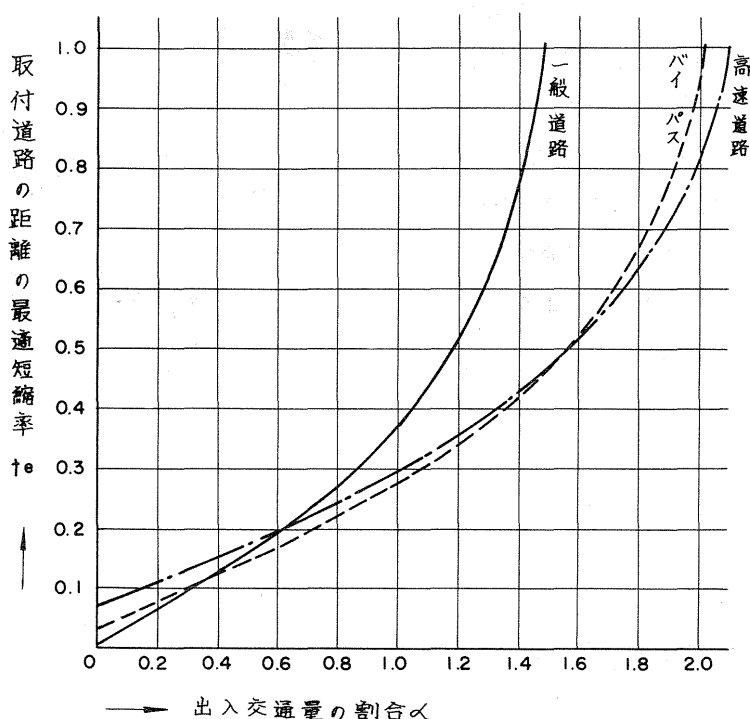


図-3・21 出入交通量と本線迂回の均衡

交通量が多くなれば、規格の高い道路を用い、本線の迂回率を小さくすることで総費用を少なくすることができる。図-3・21に示した計算結果からすれば、迂回率としては、 $\alpha=0.20$ すなわち本線交通量が10,000台に対して出入交通量が2,000台となるときには、迂回率は7%程度が最適路線位置となる。 $\alpha=1.00$ すなわち本線交通量と等しい出入交通量を持つような場合には、取付道路はバイパス規格（準高速道路）とし、最適迂回率は25%程度となる。

### 3-4-3 沼津インターチェンジにおける実証的検討

#### (1) 概況

東名高速道路は、沼津インターチェンジ付近で沼津市より約4.5Km北を走っている。この地域は北に愛鷹山を控え、そのため高速道路はその周辺を迂回しながら沼津市に接近する形となっている。

計画段階では、A、B2案が考えられた（図-3・22）。A案はB案よりも沼

津市から2Km遠く、その代り  
 高速道路の延長は2Km短かく  
 なる。取付道路はどちらにせ  
 よ新設しなければならない。  
 以下に行なうのは、この取付  
 道路を含めた総費用を判断基  
 準として、両比較線の優劣を  
 実証的に比較しようとするも  
 のである。

実際にはA案が採択されて  
 いるが、こゝに述べるような  
 交通費用を含めての定量的な  
 比較の上に決定されたもので  
 はない。

## (2) 建設費

A B両案の分岐から合流までの建設費見積りは表-3・34に示すところである  
 が、延長でA案が2Km強短くなっているにもかかわらず、山の奥へ入るため橋  
 梁延長は逆に長くなっており、そのため建設費全体の差は554百万円に止まって  
 いる。

表-3・34 沼津比較線延長および建設費

		A 案	B 案	差 (A-B)
延長	総延長	17.00 Km	19.05 Km	2.05 Km
	土工区間延長	15.29	17.70	2.41
	橋梁区間延長	1.71	1.35	-0.36
建設費	土工費	6,614百万円	7,375百万円	-761百万円
	橋費	3,044	2,399	645
	舗装費	1,525	1,655	-130
	工費計	11,183	11,429	-246
	用地補償費	2,550	2,858	-308
	建設費合計	13,733	14,287	-554

取付道路は車道幅7mの一般道路で、建設費はKm当り1億円と見込まれ、A案は  
 取付道路2Km増加に対して200百万円の増となる。

## (3) 費用便益計算

本線の交通量はインターチェンジの前後を平均して、初年度で20,345台、取

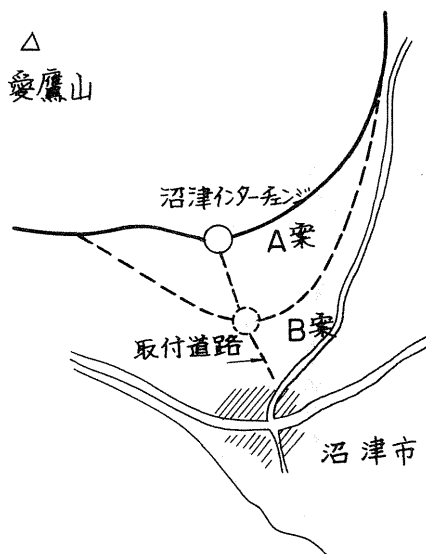


図-3・22 沼津インターチェンジ  
位置図



付道路のそれは、6,070台

である（表-3・35）。

取付道路にはインターチェンジ出入交通量以外は実質的に0である。この交通量

の車種構成によって、それ

ぞれ道路1Kmについての30年間の交通費用を求めると、5,216および2,348百万円となる。1台当り交通費用は当然一般道路である取付道路が大きい、本線の方が交通量が多いので、全体として本線の交通費用が大となっている。

表-3・34および35から、本線および取付道路の総費用が求められる。その際、建設費には機会費用係数2を乗じた値を用いて比較した（表-3・36）。この結果、建設費、

交通費用いずれに

してもA案が有利

となっている。一

般的にいえること

であるが、この種

比較において建設

費の占める比重はきわめて少なく、10%程度に過ぎないので、場合によっては建設費の増減は無視し、交通費用のみで比較しても大局的な誤りを犯さないといえる。

最後に、B案を建設しても採算の合う出入交通量を求めるならば、これはB案がA案に対して、本線延長が増加することによる総費用（建設費および交通費用の合計）の増加より、取付道路が短くなることによる総費用の減少の方が少なくなるような交通量を求めることに他ならない。

出入交通量をPとすれば、上の条件により

$$11,800 \leq 400 + \frac{4,696}{6,070} P$$

$$P \geq 15,650$$

B案の有利な交通量は15,650台（初年度）以上ということになる。これは出入交通量の割合 $\alpha$ として見るならば、 $Q = P\alpha$ であるから、 $\alpha$ は0.78以上を必要とすることを意味している。

このように、高速道路本線の距離が増加しても都市へ近付けることが得策な場合というのは、出入交通量が極めて多い場合に限られ、その場合には、取付道路も高速道路またはそれに準ずる規格であることが要請されることが実証的にも明らかと

表-3・35 交通量と交通費用

	本 流	取付道路
交通量(44年度)(台/日)	20,345	6,070
Km当り交通費用 (現在価値)(百万円)	5,216	2,348

表-3・36 総費用の比較(A案-B案)

	延長増減	建設費	交通費用	合 計
	Km	百万円	百万円	百万円
本 線	-2.05	-1,108	-10,692	-11,800
取付道路	2.00	400	4,696	5,096
計	—	-708	-5,996	-6,704

なった。

### 3-5 結 論

本章では前章で論じたインターチェンジの最適配置に関して、具体的な事例にしたがい、その評価を行なった。その評価は大別して三つに分け、(1) 大都市中間にインターチェンジを設置する場合、(2) 大都市の付近に設置する場合、および (3) 出入交通量と都市接近の関係、とした。以下にその結論を要約する。

#### a) 大都市中間に対する設置

- i) 浜松・吉田間 4 4.4Kmについて、その中間のインターチェンジ候補地点、袋井、掛川および菊川についての各種組合わせについて検討した。
- ii) 1 箇所のみ建設するとすれば、その最適地は掛川である。これは比較的均等に交通の発生集中点が散在しているときは、中点に設置することが合理的であることの実証である。
- iii) 同様に 2 箇所建設するとしたときの最適組合わせは「袋井・菊川」であり、これも上と同様、等間隔分布がこのような場合適当であることを示している。
- iv) 袋井および菊川を、それぞれ他を所与としてその費用便益比を求めるならば、いずれも判定基準に合格する。しかし 2 箇所建設の可否を 1 箇所から 2 箇所へ増加したことによる差としての、いわゆる限界費用便益比によって判定するならば、2 箇所設置は合格基準に達しない。これは、袋井および菊川についてそれぞれ他を所与として行なった計算で、お互いに他の損失をかばい合った形となったからである。このことは限界費用便益比による判定の有用さを示している。

#### b) 大都市附近への設置

- i) 浜松市を例とし、三方原、有玉および白鳥の 3 候補地について検討した。
- ii) 費用便益計算の結果、市中心に近い有玉より市中心から遠い白鳥の方が経済的に有利であるが、これは市中心部通過による速度低下の影響が大きいためである。インターチェンジ出入交通のみならず、これが他の一般交通へ与える影響を考えるならば、市中心部近くへインターチェンジを配置することの不利はさらに大きい。
- iii) 市の両側へ配置する「三方原・白鳥」の組合わせは、国民経済的に有用である。有玉へ 1 箇所だけ設置することと対比すれば、ほとんど建設費の増加なしに大きな便益が得られる。
- iv) この配置を有料道路の私企業的採算の見地から見ると、料金収入は 1 箇所配置よりむしろ減ずる。これは、高速道路をより少なく利用することで便益を生ずる、い

わゆる ケースⅡ に該当する交通が多いためである。これはこの例のように、インターチェンジの出入交通量が左右不均等の場合に生ずる。

o) 出入交通量と高速道路の都市接近の関係

i) 出入交通量が多くなるほど、高速道路を都市に近付けることが経済的に有利である。

その値は、出入交通量が本線交通量の 20% のときで、迂回率は 7% 程度、本線交通量と等しい出入交通量を持つ場合で、迂回率 25% 程度が最適である。

ii) 出入交通量が多くなるほど取付道路は規格の高いものとすべきである。そのことによって迂回率も少なくなり、全体として便益の高いものとなる。

iii) 沼津インターチェンジの付近で A、B 両線を比較すると、本線が約 2Km 短くなり、同時に取付道路が 2Km 長くなる A 案が、交通費用、建設費いずれの面からも有利である。

iv) B 案が有利となる出入交通量を求めるならば、15,000 台以上となり、本線交通量に対して、 $\alpha = 0.78$  となる。この場合には、取付道路は高速道路規格またはこれに準ずる規格とすることが得策である。

d) 総括的評価

前章において、インターチェンジ設置の順序付けやその位置についての理論的説明を行なったが、本章においてその実証的裏付けを行なうことができた。まず順序付けについては、限界費用便益比による判定を行なわないと、本来低く評価されるべきものが、一見高く評価されてしまう危険のあることが良く示された。また小都市の連続のような比較的<sup>る</sup>交通発生集中点<sup>る</sup>が連続している場合には、インターチェンジではほぼ等間隔に設けられ<sup>る</sup>ことが高い便益を得られることも実証された。一方、大都市地域ではインターチェンジの分散効果の高いことも示された。

これらの計算には直接便益しか示されず、間接便益は評価されていないので、それを含めて考えるならば、一般に国民経済的見地からは、これまでのわが国の高速道路におけるインターチェンジ設置数はやゝ過小のきらいがあるといつてよいと思われる。特に都市近郊においてそうである。ただこれは高速道路の交通容量との関係において考えられるべきことであつて、充分な本線容量を持つ場合において初めてそれぞれのインターチェンジが効果的に利用されるのである。不十分な容量の高速道路にいたずらにインターチェンジを増設しても、それは交通の混雑による非能率と危険とを増大させるに止まるであらう。



## 第2編 インターチェンジ型式論



# 才 1 章 インターチェンジの歴史的展望

## 1-1 本章の主題と目的

第 2 編ではインターチェンジの型式についてその構成原理を明らかにし、その原理から構成される各種の型式について、その特性を論じ、適用性を明らかにすることを意図している。それに先立ち、これまでインターチェンジの型式が歴史的にどのように発展して来たかを考察し、次章以降の足掛りとしたい。

## 1-2 インターチェンジの歴史

### 1-2-1 立体交差構造の発達

インターチェンジの歴史は、それが高速道路に不可欠な施設であるだけに、高速道路の歴史とともにあるといつて過言ではない。高速道路が、一般の道路から、次第に通過交通のための沿道制限された道路へと形を整え、幾何構造についても、方向分離され、線形も高速走行に適合したものに徐々に進展して行つたように、インターチェンジもまた、その誕生から今日まで、その成長のあとをたどることができる。

インターチェンジは「1 つ以上の連絡路を持つ立体交差施設」と定義されるが、その淵源は立体交差 (grade separation) にさかのぼる。立体交差は、異質の交通の平面的な交差を避けるために企図されたもので、1820 年代にイギリスおよびアメリカに鉄道が敷設されて以来、主として、鉄道が道路を越す形で立体交差が実現された。

道路相互の立体交差を交通の分離というはつきりした目的意識から行なつたものの例は、馬車交通の時代からあり、その 1 つは 1858 年にニューヨークの Central Park に作られた跨道橋 (overpass) で、オルムステット (Frederik Olmsted) により導入された。19 世紀の末期、ドイツのダイムラー (Gottlieb Daimler)、ベンツ (Carl Benz) の 2 人によつてガソリン自動車が發明されて以来、各国の技術者によつて急速に実用車の開発が進められ、ヨーロッパにおいては、早くも 1890 年代にドイツのダイムラー社およびフランスのパナール・ルヴァサール (Parnhart and Levassor) 社が創立された。アメリカでも 1900 年前後から 1907 年までに約 300 の自動車会社が設立された。1908 年に、フォード (Henry Ford) は大量生産方式による「T 型フォード」乗用車を初めて生産

し、翌9年には1万数千台生産した。

このような自動車の急速な発達に、必然的に道路交通網の質的および量的な飛躍的改善を要求し、自動車専用の道路が出現し始めた。

アメリカでは、1906年に計画され、1921年に開通したBronx River Parkway が、この国はじめての“沿道制限”道路として登場した。このパークウェイは、2車線の非分離道路で、左折を許してはいるが、立体交差部では、ランプ（連結路）がパークウェイと交差道路とを結んでおり、概念上インターチェンジである立体交差施設がここにはじめて作られた。その後、ニューヨーク周辺に1934年までに、114マイルのパークウェイが開通した。これらはほとんど2車線であるが、私有地からの取付は排除され、大概の交差点は立体化され、線形や修景設計にも配慮が加えられている。ヨーロッパでも、自動車の出現は、道路に対する新しい考え方を導入し、イタリアでは、ミラノ市より北方湖水地方へ至る全長85Kmの有料自動車道が1923日に起工され、25年12月に完成している。このミラノ自動車道は、鉄道、軌道その他の道路との平面交差を避けて作られており、自動車道出入口には、料金徴集所が設けられた。

#### 1-2-2 高速道路の誕生とインターチェンジの発達

完全な立体接続施設であるクローバーリーフ(cloverleaf)型インターチェンジは、アメリカ、New Jersey州のWoodbridge で2本の道路が交差する地点に1928年に初めて設けられた。“クローバーリーフ”という名前はそれからすぐに作り出されている。このクローバーリーフ型は、フランスの技師エナール(Eugene Henard) が立体交差部に関する論文を1906年に発表しているが、その中で連続した交通流のために設けられた交差部の原型として提案している。

この論文はドイツで興味を引き、この原則を試すために、1919年にベルリン近郊に、延長10Km、4車線で往復分離され、沿道制限された平面交差のない実験道路アブス(Avus)が作られた。しかし本格的な高速道路(フリーウェイ)と、それにふさわしいインターチェンジの出現は1935年のアウトバーンの開通を待たねばならない。

1920年代の初期から、ドイツでは近隣都市間を結ぶ自動車道路を各地方団体の手で建設する計画が立てられたが、その後これが全国的規模の自動車道路網の建設構想に発展した。

1933年になつて、ドイツ政府は失業対策および自動車普及に対する措置として



この自動車道路建設計画を自ら遂行することとなり、“Reichsautobahnen”と呼ばれる企業体を設定する法律を同年10月に公布し、総統に直属するドイツ道路総監の監督下においた。“Autobahnen”会社の理事会議長は道路総監が兼務することとなり、トット(Todt)博士が就任した。同年10月から早くも建設工事が始まったが、この調査、計画等の準備作業はG E Z U V O R-Gesellschaft zur Vorbereitung der Reichsautobahnen-(アウトバーン調査会社)がそれまでの民間促進団体等を母体として同33年に設立されて、“Autobahnen”会社の組織が調うまで代行した。

1935年3月、最初の区間であるFrankfurt-Darmstadt間が開通し、1938年4月までに開通202.6Km、建設中1,707Kmとなり、その後1942年に第2次世界大戦のために工事中止となるまでに、ほぼ3,900Kmの区間が建設を完了した。戦後西ドイツ政府は、1950年より復旧工事を再開し、1955年には道路整備計画によつて、本格的な長距離高速道路網計画を公表し、実施に入つた。

このドイツのアウトバーン計画も最初から本格的な高速道路規格を持っていたのではない。計画構想の初期には非分離2車線の自動車専用道路計画であつたが、1913年に3mの分離帯を持つ4車線全巾20.5mの規格となり、“Autobahnen”設立以降、各車道とも7.5mで、交通量の多い区間では広い路肩3.25mを有するものとなつた。

1937年3月、道路総監から、幾何構造設計基準に関する非常に詳細な建設指針“Bauanweisung Nr.3”が公布されている。

インターチェンジについても、高速走行にふさわしい規格において、多くの型式が案出され建設当初から使用されている。その細部は後述することにするが、その型式には、今日称される不完全クローバー型(当時にはその名称はまだないが、)やトランペット型(この名称はすでに見られる)が、一般道路との取付けに採用され、またアウトバーンの分岐や交差には、Y(triangle)型や、トランペット型の他、クローバリーフ型——重ね8の字(double eight)とも称されている——やロータリー(roundabout)型も採用されている。また、いわゆる直結型——Lineschemeと呼ばれているが——も研究されている。これらの型式や幾何構造は、ドイツおよびその他の国の過去の経験に学んではいるが、特に設計基準は、アウトバーン会社において独自に研究開発された極めて技術水準の高いものである。

一方、アメリカでは、1930年にバセット(Edward E.Bassett)によつて“Freeway”という述語が初めて使用されたが、フリーウェイの基準で作られた

最初の道路は、New YorkのLong Islandに1934年に開通したMeadowbrook Parkwayの5マイルの区間である。その後ニューヨークでは、引き続きロングアイランドにフリーウェイ規格のParkwayが建設され、またConnecticut州のMeritt Parkway(延長37.5マイル)、Pennsylvania州のPennsylvania Turnpike(延長158.9マイル)およびCalifornia州のArroyo Seco Freewayが、それぞれ1940年に開通した。これらのフリーウェイ規格の道路には、トランベツト型、不完全クローバー型、クローバー型等が主として使われている。

その他の諸外国では、ドイツの例にならい、オランダ、ベルギー、フランス等で第2次大戦直前にそれぞれ短区間の高速道路が着工されている。

インターチェンジの発達は、都市の街路交差点に用いられる面と、地方部の自動車道路の立体接続部として発展した面と両面を持つているが、米国での初期のインターチェンジには、織り込みを伴う型式が多い。

すべての言葉は実態の生じた後に発生するのが通例であるが、インターチェンジもまた例外ではない。“Interchange”という述語は、アメリカでは1940年頃に初めて使用されたが、1938年にすでに一部で用いられていたことも知られている。文献上でもつとも早く使われたものの一つには、バーネット(Joseph Barnett)がWashington D.C.の国防総省周辺の道路網の設計について書いた論文 — “Design of the War Department Building Road Network”, 22nd Annual Meeting of Highway Research Board, December 1942 — がある。しかし1943年までは立体交差に関するAASHOの指針の中でも、あまり一般的には使用されていない。この述語は1949年頃にAASHOで研究し採用した公式定義集の中に採択された。

概念上ダイヤモンド型である型式が建設されたのは、アメリカではクローバー型よりもむしろ早い。本格的に使用されたのは、1940年に建設されたLos AngelesのArroyo Seco Freewayである。その後、クローバー型に代つてダイヤモンド型の採用が進められるようになったのは、その性質に用地を少なくする利点があつたからである。ダイヤモンドインターチェンジが都市フリーウェイで広く用いられるようになったのは、1950年代のことであるが、“ダイヤモンド”という言葉も、1950年頃に使われ始めたものである。

ドイツのアウトバーンでは、ダイヤモンド型が使用されたのは、戦後のことである。ヨーロッパでは、第2次大戦前オランダにおいて使用されており、そのため、ヨーロ

ツバではこの型式をオランダ(dutch)型と呼んでいる。アメリカの初期に見られた織り込みを伴う各種の型式は、その運用上の欠点から、改造されたり、作られなくなったりして次第に姿を消した。アウトバーンの初期に作られたLeverkusenのロータリー交差も近年改造された。

ここ5年ないし7年ほどの傾向として、アメリカでは不完全クローバーA型がクローバー型より好まれて来ており、またクローバー型の中に集散路を用いることが、高速条件の場合や、容量上から必要のあるときに一般的になりつつある。直結型は、フリーウェイの交差、接続の機会が多くなるにつれて、新しい型式が発達した。

### 1-2-3 わが国におけるインターチェンジの発展

わが国におけるインターチェンジの発展の歴史もまた、高速道路の発展と切り離すわけにはいかない。わが国で自動車道路が最初に論ぜられた資料は大正15年(1926年)にある。同年6月の雑誌「道路と改良」第8巻第6号に、土木事務官田中好氏は「自動車専用道路に就て」と題して、一般の交通を排して自動車の交通のみに供する道路について論じ、大正9年に7,000台であつた自動車が、その時既に30,000台に及んでいることから、自動車専用道路の必要性が高まりつつあることを予見している。また

同論文によれ

れば、「既

に神奈川県

下の大船片

瀬間に自動

車専用道路

の出願を見

るに至つた」と報ぜられている。

同年の同誌10号にも、小林常次氏は「自動車専用道路の趨勢」と題して、第5回万国道路会議の内容を報じ、その議題の一つに「自動車専用道路」があげられ、スウェーデンの委員より構造規格の提案がされたとして、図-1.1のような立体交差構造を紹介している。

大正12年(1923年)の関東大震災の復興事業は、わが国の土木事業の進歩に大きく貢献したが、立体交差施設もその計画の中に組入れられた。

その一つは、明治神宮外苑に昭和3年に建設された外苑橋で、外苑東通り(環状4

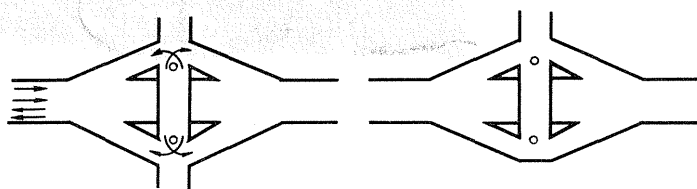


図-1.1 日本に始めて紹介された立体交差構造

号線)と補助57号線(現在名称)との立体交差施設である。幅員22.7m、延長26.5mの橋があり、上下の道路は2本のランプで結ばれている。また、目白の千登世橋も明治通り(通称環状5号線)と目白通り(補助167号線)との立体交差施設で、幅員18.2m、延長28.2m、同じく1本のランプによって、上下の道路が結ばれている。昭和7年に完成を見た。これらは、いずれも連絡路を持つ立体交差施設であつて、わが国のインターチェンジの萌芽といえるものである。

その他、九段坂下で、九段坂通りと飯田橋から竹橋へ至る道路との交差点で九段坂を改良し、立体交差橋を架けて、ダイヤモンド型といえる型式の立体交差部を作る計画もあつ

たが、実現を見るに至らなかつた。

インターチェンジをはつきりその計画の中へ織り込んだものは、昭和

11年に起工され



図 - 1・2 馬込インターチェンジ(第2京浜国道)

た新京浜国道(第2京浜国道)工事である。この道路が大田区馬込で環状7号線の上を立体交差するところに、不完全クローバー型(当時このような名前はなかつた)が計画された。この道路は第2次大戦のため、完成は戦後の昭和28年であるが、東京側については、18年頃までに形を整え、馬込の立体交差もその頃に完成した。しかし環状7号線は、その立体交差を含む前後の短区間しか出来上らなかつたため、当時はあまり効用は発揮されなかつた。戦後第2京浜国道の全通と環状7号線の建設の進捗に伴つて、漸次その効用をあらわすようになった。

本格的なインターチェンジの建設は、やはり名神高速道路をまたねばならない。すでに昭和15年(1940年)から東京一下関間の自動車道路建設計画が議せられ、

その調査研究にあつては、ドイツのアウトバーンが参考とされており、その中には接続点の構造計画も含まれていた。

戦後昭和32年から名神高速道路の建設が始められたが、そのインターチェンジは当初米国のその模倣から出発し、のちにドイツの技術を採用入れてさらに大きな進歩を遂げた。名神高速道路の建設と平行して進められていた一般道路でも、高級な交差接続点には、インターチェンジが計画されるようになり、それらは名神の計画を参考に作られて行つた。昭和38年6月の名神高速道路の一部開通以降、運用上の問題も次第に明らかにされつつあり、わが国のインターチェンジの歴史もようやく明るい明期を過ぎ、新しい発展の扉を開こうとしている。

#### 1-2-4 インターチェンジ幾何構造の発達

アメリカ初期のインターチェンジの幾何構造が、街路交差点の転回路 (turning roadway) の設計の域をあまり出ないのが多いのに対して、アウトバーンのインターチェンジはその計画の初期から明確に高速速行からの安全な進路変換に耐えることを意図して設計されている。

アウトバーンの接続施設 (一般道路とのインターチェンジ) は、接続地域の重要性によつて、1級施設と2級施設とにわけられ、1級施設は40 Km/h の速度に対して設計され、2級施設は30 Km/h に対して設計されている。半径、緩和曲線長および片勾配は速度から計算されている。接続道路の位置によつて、両側接続と片側接続の両方式がある。

1級施設の設計速度は40 Kmであり、図-1.3に示すように、最小半径は50 mである。設計の特徴として、アウトバーンの流出入の安全が最重要と考えられており、構造上そのような配慮が行なわれている。取付けランプはアウトバーンの本線に直結されず、本線から5°の角度のテーパーで流出し、カーブに入る前に本線にほぼ平行でかつ同高の緩和区間が設けられている。これは流入部でも同様である。この緩和区間で運転者は速度を落とす十分な余裕がある。流入部でも同様に緩和区間で速度をあげる。出口と入口との間に第3の車線があるが、これは誤つて分岐した車が再び本線へ安全に帰れることを可能にしており、同時にガソリンスタンドや駐車場を置く機会を与えている。第3車線と本線との間は緑地帯が置かれている。ランプの勾配は4%以下とするのが標準である。

2級施設では、設計速度30 Kmに対応して最小半径は25 mとされ、最急勾配は7%まで許している。

接続  
 道路が  
 アウト  
 パーン  
 と交差  
 しない  
 ような  
 場合に  
 は、片  
 側接続  
 施設と  
 して、  
 トラン

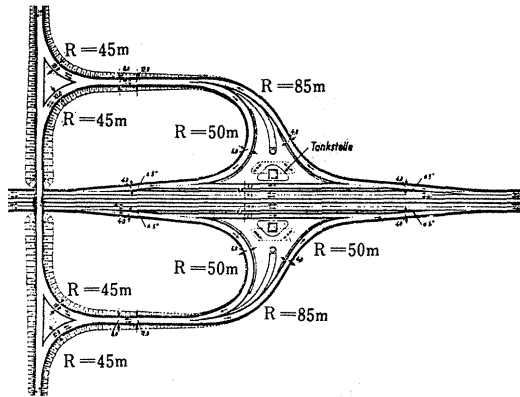


図-1.3 1 級施設 (両側接続)

ベツト型が採用されているが、もし交通量が両方向とも同じならば、トランベツトは

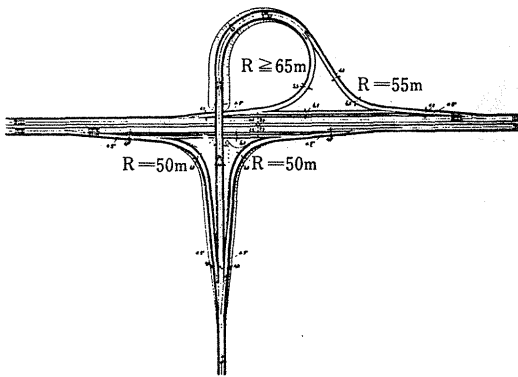


図-1.4 1 級施設 (片側接続)

見通しを良くするため  
 に、出口側に向けて曲  
 げられる(ループは流  
 入ランプ側に用いられ  
 る)。交通量の方が  
 多ければ、少ない方に  
 ループを用いる。この  
 場合も、入口と出口の  
 間に第3車線が設けら  
 れている(図1.4)

アウトパーンの分岐には、Y型やトランベツト型が使われている。図-1.5に見  
 られる前者はManheim と Karlsruhe のそれぞれ近くに作られた。これは  
 100 Km/h以上の速度に耐えられるような設計要素が用いられている。トランベツ  
 ト型も幾つか建設されたが、転回路の設計速度は50あるいは40 Km/hに落されて  
 いる。

アウトパーンの十字交差には、クローバー型が主体として用いられた。右折には最  
 小半径100 mが、ループには50~75 m(設計速度40~50 Km/h)が適用さ



有力になりつつある。

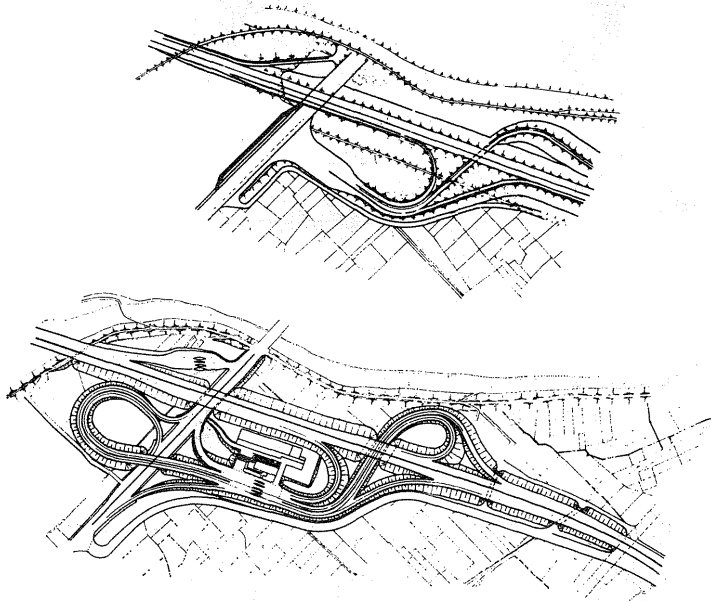


図-1.7 京都南インターチェンジの当初計画(上)と最終実施計画(下)

名神高速道路は、その計画初期は、アメリカの基準およびその設計例を主体として計画され、建設途中で、ドイツからの技術導入により、クロソイドを使

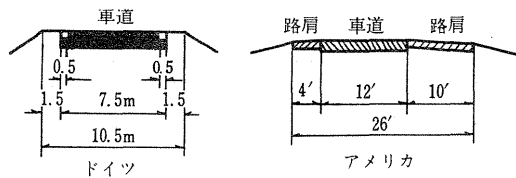


図-1.8 ランプ標準断面の例

用した線形に変化した。図-1・7は京都南インターチェンジの計画当初案と最終実施設計の比較である。しかし幾何構造（特に断面構成）の標準は、ドイツ型（対称型）ではなく、アメリカ（外側に駐車路肩を持つ非対称型）である（図-1・8）。



後記) 本章の記述は、後に掲げる参考文献の他、つぎの諸氏から筆者が直接教示を受けたところに準拠している。ここに厚くお礼を申し上げる。

Jack E. Leisch, Vice President and Chief Engineer.  
De Leuw, Cather and Company of Canada Limited.

D. E. Loutzenheizer, Chief, Highway Standards and  
Design Division, Office of Engineering and  
Operations, Bureau of Public Roads U. S. Department  
of Commerce.

Xaver Dorsch, Reg-Baumeister X. Dorsch Ingenier-  
büro

菊地明, 元建設省技監

高野務, 元建設省技監

(参考文献)

AASHO, "A Policy on Geometric Design of Rural  
Highway", 1954.

"Die Reichsautobahnen, Principle of Design,  
Construction and Traffic Control", Edited by Volk  
and Reich Verlag Berlin, 1938.

Der Bundesminister für Verkehr, "Vorläufige  
Ausbaugrundsätze für Autobahnknoten", 1957.

藤森謙一 "欧米の高速自動車道路", 日本道路公団, 1959。

藤森謙一 "欧米の高速自動車道路", 日本道路公団, 1963。

今野源八郎 "アメリカ道路交通発達論", 東京大学出版会, 1959。

大田円三 "帝都復興事業に就て", 土木学会誌第10巻第5号,  
大正13年。

田中好 "自動車専用道路に就て", 道路の改良, 第8巻第6号,  
大正15年。

小林尋次 "自動車専用道路の趨勢", 道路の改良, 第8巻第10号,  
大正15年。

丹波七郎 "自動車道について", 道路の改良, 第9巻第2号,  
昭和2年。

高野 努 "新京浜国道工事について", 道路, 昭和26年5月号。

なお、この他 筆者はその全部を実見してはいないが、Leischおよび  
Loutzenheizer 両氏が典拠された文献はつぎのとおりである。

- i) C. Tunnard and B. Pushkarev, "Man-Made America—Chaos and Control?" Yale University Press, New Haven, Conn., 1963. P. 160
- ii) San Helwer, "Traffic Interchange Design", California Highway and Public Works, November 1950.
- iii) J. Barnett, "Design of the War Department Building Road Network", 22nd Annual Meeting of the Highway Research Board, December 1942.
- iv) Expressways—Reference book on Planning and Design", Highway and Municipal Bureau, Portland Cement Association, 33 West Grand Avenue, Chicago 10, Illinois, January 1945.
- v) Norman Bel Geddes, "Magic Motorway", American Book-stratford Press, Incorporated, New York, 1940, P28~P29, 36, 94~96.
- vi) Wilber H. Simonson, "Evolution of the Modern Highway Design of the United States, in "Landscaping Design and Its Relation to the Modern Highway", Engineering Bulletin G-3, Rutgers University, New Jersey, 1953, P13~14.
- vii) Penelope Redd Jones "the story of the Pennsylvania Turnpike" P. R. Jones and E. N. Jones. Calmet Farms, Mechanicsburg, Pennsylvania, 1950.

本章は「高速道路と自動車」Vol. IX, No. 5, 1966に、武部健一「インターチェンジの型式について(1)」として発表されている。

## 才 2 章 インターチェンジの構成原理

### 2-1 本章の主題と目的

インターチェンジの目的は、交通をその目的とする方向へ、ある水準の速度と便宜性 (Convenience) と安全性において、変換させることである。その目的を達成するために幾何構造形態が構成され、土木構造物として実現される。

インターチェンジが他の道路の一般部分と際立つた差異は、交通上の要求が複雑であり、同時にこれに対応する方法もまた、きわめて変化に富むということである。そのため、一般にインターチェンジの幾何構造の決定は、試行錯誤的な方法でアプローチされることが多いのであつて、必ずしも形式構成の手法や評価基準が確立されているわけではない。

本章では、インターチェンジを構成するにあつての要因を分析し、特に形式構成と交通運用上の基本要素である交通動線の結合関係を分析することによつて、インターチェンジの構成原理を見出し、あわせて構成型式の評価の方法について明らかにしようとするものである。

### 2-2 インターチェンジの構成の要因分析

#### 2-2-1 概 説

インターチェンジが構成されるに当つて、それを形作り、もしくはこれに影響を与える要因を分析すれば、大別してつぎのようになる。

- i) 構成要素 (elements)
- ii) 組成要因 (compositions)
- iii) 条件要因 (conditions)
- iv) 評価要因 (evaluations)

すなわち、はじめに構成の基本要素があり、これがいくつかの組成の原理、要因に従つてインターチェンジを構成してゆく。その際に一般的あるいは個々のある種の条件下に計画が行なわれるのであるが、その計画の適応はまた、いくつかの判断基準、評価要因によつて判定されるのである。

これらの各要因について、つぎに詳細に考察する。

#### 2-2-2 構成要素と組成要因

インターチェンジの構成要素は「交通路」であるが、これをその幾何学のおよび交通的特性から分類すれば

i) 本線（通過車道）

ii) 連結路

の2つに大別される。連結路の中には、集散路を含むとしておく。また特殊的には料金徴集広場、駐車場等が加わることもある。

一般には、上記2つの結合によつてインターチェンジが構成される。その構成関係、組成要因はつぎのように分類することができよう。

i) 線的構成

- |         |             |
|---------|-------------|
| a) 線形   | a-1 平面線形    |
|         | a-2 縦断線形    |
| b) 動線結合 | b-1 基本動線結合  |
|         | b-2 ターミナル結合 |
|         | b-3 ランプ結合   |

ii) 面的構成

- |            |           |
|------------|-----------|
| a) 横断構成    | a-1 幅員構成  |
|            | a-2 横断勾配  |
| b) ターミナル構造 | b-1 変速車線  |
|            | b-2 分岐点構造 |
|            | b-3 交差点構造 |

インターチェンジの型式とは、構成要素が組合わされるとき線の構成をいうのが一般である。線の構成は上に示したように線形と動線結合とから成つてゐる。動線結合（movement arrangement）とは、交通動線の相互結合または相互干渉状態をあらわすもので、これはさらに基本動線結合、ターミナル結合、ランプ結合にわけられる。基本動線結合は2本の交通流の結合、干渉状態をあらわし、ターミナル結合およびランプ結合は、基本動線結合の複合状態をあらわす。これらはすべて筆者が定義し、名称を付したものである。詳細は後述する。

線の構成は1次元を意味するものではなくて、ここでは3次元的な線の構成を指している。ただ線の構成が3次元的事からすれば、インターチェンジの型式の分類もまた、3次元的に行なわれるべきであるが、一般には、2次元、平面的な位置関係が主体として分類され、縦断的な重なり具合は、副次的に取り扱われる。

これは動線結合関係が平面的なものであり、運用上の判断に際して、平面線形と合せて、平面的な関係が主体的であつて、縦断線形は副次的な位置しか占めないことと用地は、結果的に平面形の投影として求められることなどに原因してゐよう。

しかしながら、後にも見るように、各型式におけるランプ配置の個々の位置関係、

全体の広がり等は、平面的な制約とほぼ同じ程度において縦断線形によつて制約されているといつてよく、結果的にはともかく、過程上では、3次元構成の検討なしに平面的な投影を決定することはできない。

つぎに面的構成であるが、これは横断構成とターミナル構造にわけられる。線的構成で相互の位置関係が定まると、面的構成はこれを拡大し、これによつて詳細な幾何構造が確定する。

一般に線的構成の段階は「計画」に属し、面的構成は「設計」の段階に属するといつてよい。(面的構成の中でも、車線数などは計画に属するといえよう、)計画に際して、設計上の知識なくして誤りなくそれが行い得ないのは当然であつて、面的構成に対する十分な知識がないと線的構成の段階において、最終的に実現しうべきものの誤差が大きくなり、判断にも誤りを生ずる確率が高くなる。本研究では、これら面的構成上の問題をもふまへつつ、線的構成を論じて行きたい。

しかしながらインターチェンジの構成原理とは、結論的には、動線結合関係をいかに処理するかということであり、線形も、またその他の面的幾何構造も、これを補佐する要因として扱われるべきであろう。

### 2-2-3 条件要因と評価要因

計画に際して、構成上の諸関係が関数をもつてあらわされるとすれば、いわばそのパラメーターとなる条件要因としては、交通および環境の2者がある。

- a) 交通
  - a-1 交通量
  - a-2 方向
  - a-3 速度
- b) 環境
  - b-1 地形
  - b-2 地物

これらの条件の下に構成されるインターチェンジの適切さの判定は、また幾つかの判断基準、評価要因に照して行なわねばならないが、その要因はつぎのように分類される。

- a) 便益要因
  - a-1 交通運用：
    - 交通容量
    - 安全性
    - 使い易さ
    - 速度

- a-2 交通経済：
  - 走行距離
  - 勾配
  - 速度
- b) 費用要因
  - b-1 建設費：
    - 工費
    - 用地補償費
    - 用地面積
  - b-2 維持管理費
    - 維持費
    - 管理費

インターチェンジの型式計画の評価は、終局的には、便益と費用の対比という形であらわれるわけであるが、個々の条件によつてそれぞれの要因の持つ重みが異なるといえよう。オー編で最適配置を論じた場合と同様、交通量の少ない都市間のインターチェンジでは交通経済面が便益の評価における主要素となり、交通量の多い都市周辺あるいは都市内のインターチェンジは、交通運用面が主体とならねばならない。交通量の少ない場合は、交通容量、安全性、使い易さ等、運用上の問題は、個々の設計の持つ限界状態に対してかなり余裕のある状態で使用されるために、際立つた差異を示さない場合が少なくない。これに対して、個々の交通の軌跡から示される走行距離など、交通経済性に影響する要因は、各種型式によつてもかなりの差が現われる。

一方、交通量が多くなると、交通運用の諸事項は、しばしば限界状態に遭遇し、設計の適否が顕在化し、容量の不足や、事故あるいはその潜在可能性としての運転者の誤判断、誤使用等にあらわれて来る。このように交通運用が評価の手段として前面に出てくるのであるが、しかしながら、これらを、直接金銭表示による価値評価としてあらわすことは依然として困難である。事故を価値評価することは通常行なわれているところであるが、統計的事実から事故のみをもつて運用上の価値を判断するには、使用しうる統計資料はあまりに少ないし、誤った判定を下すおそれなしとしない。事故統計は判定の一つの手段に過ぎない。このような状況下で運用上の価値判断を行なうには、2つの接近法が考えられる。オーはインターチェンジ構成における各要素——線形、動線結合等——の種々の状態に対して何らかの評点を与え、相対的な尺度により評価を行なう方法である。オ二は構成の状態をほぼ同一揃えた上で他の評価条件——交通経済および建設費等——で優劣を比較する方法である。

いずれの方法も、どのように評点を付するか、あるいは何をもつて同一条件と判定するかなど、それぞれ困難な問題がある。米国のMichigan State Highway Departmentではインターチェンジの改良の優先度を定めるために、事故、見通し距離および混雑度に対してそれぞれ評点を与え、その合計点の高いものから改良の

(1)  
優先度を付する試みを行なっている。その場合は、現実で使用された結果から評点が与えられているが、本研究では、構成状態（特に線形）をほぼ同一に揃えることを前提に比較を行なっていく。

## 2-3 動線結合の原理

### 2-3-1 概 説

インターチェンジの型式を規定し、交通運用上の差異をもたらす基本的な要素は「動線結合」である。これはインターチェンジにおける交通流の相互関係を示すものである。

動線結合は、これをさらにつぎのように分類することができる。

1. 基本動線結合 (Principal movement arrangement)
2. ターミナル結合 (terminal arrangement)
3. ランプ結合 (ramp connection)

これらの結合関係によつてインターチェンジは構成される。

### 2-3-2 基本動線結合

基本動線結合は、2本の交通流の相互関係をあらわし、

- a) 分 流 (diverging)
- b) 合 流 (merging)
- c) 織り込み (weaving)
- d) 交 差 (crossing)

の4つの基本関係がある。

ランプの接続関係をあらわすのに、右折動線とか、左折ランプといった名称が使用されるのが従来の例であるが、これはわが国のような左側通行の場合と、米国を始めとする大多数の諸外国の右側通行の場合と、しばしば混同される危険があるので、筆者は、外側（左側通行における左側、右側通行における右側）と内側（左側通行の右側）という名称により、一般性を持たせることとする。ただし、図の表示等はすべて左側通行の場合について記するものとする。

基本動線結合は、上に示した交通流の4状態によつて表わされるが、インターチェンジの実際的な運用を考えて見ると、主動線（通過車道）と副動線（連絡路）における関係に分類するならば、よりよい機能的分類となる。以下にこれを示そう（図-2・1参照）。

## 1. 分流 (diverging)

D-1: 外側分流 (outside diverging)

主動線 (通過車道) に対して、副動線 (連結路) が外側に分流するもの。

D-2: 内側分流 (inside diverging)

主動線に対して、副動線が内側に分流するもの。

D-3: 相互分流 (mutual diverging)

a. 主線相互分流 (main-line mutual diverging)

主動線同士が分流するもの。

b. 副線相互分流 (sub-line mutual diverging)

副動線同士が分流するもの

	外側	内側	主線	副線	外側	内側
			相互	相互		
分流	D-1 	D-2 	D-3.a 	D-3.b 		
合流	M-1 	M-2 	M-3.a 	M-3.b 		
織り込み	W-1 	W-2 	W-3.a 	W-3.b 	W-4.a 	W-4.b 
交差	C-1 	C-2 	C-3.a 	C-3.b 		

図2.1 基本動線結合の分類

## 2. 合流 (merging)

M-1: 外側合流 (outside merging)

M-2: 内側合流 (inside merging)

M-3: 相互合流 (mutual merging)

a. 主線相互合流 (main-line mutual merging)

b. 副線相互合流 (Sub-line mutual merging)

## 3. 織り込み (weaving)



- W-1 : 外側織り込み (outside weaving)  
主動線の外側で、副動線同士が織り込みを行なうもの。
- W-2 : 内側織り込み (inside weaving)  
主動線の内側で、副動線同士が織り込みを行なうもの。
- W-3 : 相互織り込み (mutual weaving)
  - a 主線相互織り込み (main-line mutual weaving)  
主動線同士が織り込みを行なうもの。
  - b 副線相互織り込み (sub-line mutual weaving)  
副動線同士が織り込みを行なうもの。
- W-4 : 交差織り込み (cross weaving)
  - a 外側交差織り込み (outside cross weaving)  
主動線に対して副動線が外側から織り込みを行なうもの。
  - b 内側交差織り込み (inside cross weaving)  
主動線に対して副動線が内側から織り込みを行なうもの。

#### 4 交 差 (crossing)

- C-1 : 外側交差 (outside crossing)  
主動線の外側から、副動線が交差するもの。
- c-2 : 内側交差 (inside crossing)  
主動線の内側から副動線が交差するもの。
- C-3 : 相互交差 (mutual crossing)
  - a 主線相互交差 (main-line mutual crossing)
  - b 副線相互交差 (sub-line mutual crossing)

これらの分類関係を見ると、一般に外側、内側、相互の3種類となるが、織り込みについてのみ「交差織り込み」という4番目の分類項目がある。これは織り込みという現象が、2本の動線の結合関係だけでなく、その両側の交通にも影響され、同時にこれに影響を及ぼすために、その関係も考慮したためにふえたものである。

また交差のうち、主線相互交差は「インターチェンジ」にはあらわれず、「交差点」にのみあらわれるものである。

#### 2-3-3 ターミナル結合

インターチェンジにおける一本の主動線(通過車道)に着目するとき、基本動線結合が幾つか連続する。そのとき2つの分岐(ターミナル)の相互関係をあらわすものを「ターミナル結合」と称する。これは分流Dと合流Mの2者の組合わせであるから、

1. 連続分流 (DD)
2. 連続合流 (MM)
3. 合分流 (MD)
4. 分合流 (DM)

の4組がある。この一つの組合わせに対して、一般的な関係として考えれば、左折動線に対して外側、内側両者、右折動線に対しても外側、内側両者があるわけであるが、実際に左折に対して内側からの出入ということは極めて特別な場合に見られる関係であるから、ここでは左折に対しては外側のみとし、右折に対してのみ、外側、内側、両者の結合関係を考えるとする。したがって、これらは図-2・2に示すように16箇の関係に整理される。

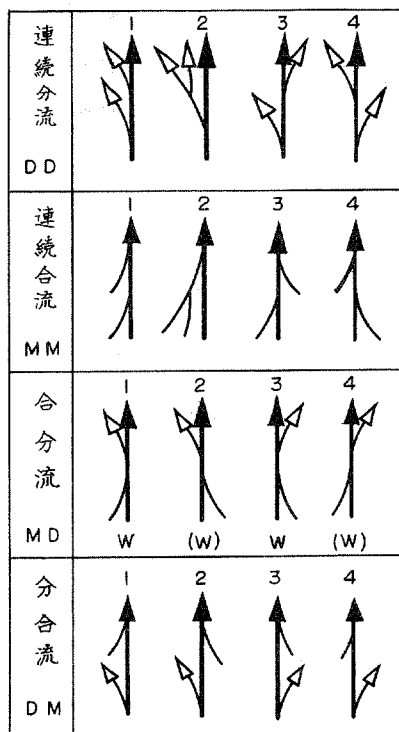


図-2.2 ターミナル結合の分類

これらのそれぞれの結合関係はすでに多くの経験的事実によつて、その運用に及ぼす影響がある程度知られている。以下、各結合関係につき、その特徴を述べておこう。

#### 1. 連続分流 (DD)

DD-1は外側2箇所分流であり、DD-2は外側1箇所分流である。DD-3および4は左右2箇所分流である。これらの分流方法の優劣については Leisch が論じ<sup>(2)</sup>、また筆者もこれを紹介しているから、あらためて詳細に論ずることは避けるが、外側からの出入という原則と、本線上での判断を少なくする上から、DD-2が最も優れ、DD-1がこれにつぎ、左右出口方式が一般的に最も運用的に劣る。左右出口方式のDD-3および4の優劣については、左への分流が先に出るDD-3の方が慣習上から勝ると考えられるが、必ずしも決定的な優位性はないであろう。

ただ以上の基本的な優劣比較は、あくまでも、2つの分岐間が、それぞれ適切な間隔に置かれていることを前提とした優劣論であつて、DD-1における分岐間相互の距離が必要とされる距離に満たない場合と十分な距離を有するDD-2とを比較すれば、そのような条件下では、DD-2の方が運用上む

しる適切であるといえる。分岐間相互の所要距離についてはAA SH Oが一つの基準を示し<sup>(4)</sup>、またCalifornia州もこれを上廻る長さ(本線上1,000ftランプ上600ft)を標準として示している<sup>(5)</sup>。

なお、DD-1は比較的容易に(工費は増加するが、幾何構造的には容易に)DD-2に変えることができる。

## 2. 連続合流(MM)

DDと全く同一条件の4方式がある、優劣はDDと順位は同じ(2, 1, 3, 4の順)である。分岐のように判断決定の問題はないが、内側流入の事故率の高いことが報告されている<sup>(6)</sup>。また優劣の差が、2つの合流点間の長さに関係あることはDDの場合と同様である。

## 3. 合分流(MD)

合流点と分流点の間は、通過車道上において、前後より交通量が多くなる区間となる。また、織り込みの生ずる型である。MD-1は基本動線結合W-1(外側織り込み)が生じ、MD-3はW-2(内側織り込み)が生ずる。外側の出入を原則とすることからして、MD-1がMD-2に勝る。これらはまた、集散路を用いることにより、副線相互織り込み(W-3b)に変えることができ、運用状態を改善することができる。

MD-2およびMD-4は一見織り込みを生ずるように見えるが、すべての接続に独立のランプを設ける基本的な型式の場合には、織り込みは生ぜず、単なる合流と分流の連続でしかない。これに対して、ランプと本線との立体交差を省略して、ランプの一部を本線と共用するときには、交差織り込み(MD-2では内側交差織り込みW-4b、MD-4ではW-4a)を生ずることとなる。これは運用上、かなり好ましくない状態であつて、その距離が充分にとれなければ、むしろ平面交差よりも劣る。

## 4. 分合流(DM)

通常あらわれる状態であつて、運用的には、最も問題が少ない、その順位は左右への出入の関係から、1, 2, 4, 3の順となろう。ただ、1および3が、ランプの線形の一般的状態から、分流、合流点間がかなり広いのが通常であるに比し、2および4はしばしば2点間がせばまつた配置となり得る。

### 2-3-4 ランプ結合

交差する2本の主動線間の動線結合の関係を示すもので、1本の連結路によつて結ばれるから、「ランプ結合」と呼ぶこととする。左折については、外側分流・外側合

流のいわゆる外側連結路 (outer connection) で結ばれる以外の場合については、原則論的には論じないこととする。

したがって、問題は右折動線 (内側へ向つての屈折動線) についてである。これには図-2.3に示すような5型式があり、線形、運用等にそれぞれ特徴を持つ。ここでは運用面での特徴についてのみ触れておきたい。

1. DD結合：内側分流・内側合流の型である。
2. DS：内側分流・外側合流の型である。上記2者はいずれも内側分流である

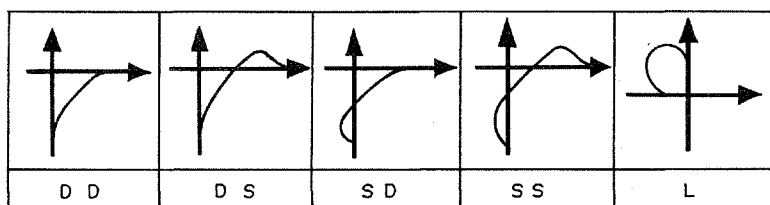


図-2.3 ランプ結合の分類 (右折動線)

から、一般に直結ランプ (direct ramp) と称されている。分流が内側であることに運用上の難点があることは、すでに指摘されているとおりである。ここで付した名称は、各ランプ結合の始終端における動線結合の方法に従って、直結 (direct) および準直結 (semi-direct) のそれぞれ頭文字をとって組み合わせた。

3. SD結合：外側分流・内側合流の型式
  4. SS結合：外側分流・外側合流の型式、3.4はいずれも外側分流で、後に内側へ転針する型で準直結ランプ (semi-direct ramp) と称されている、高速道路における原則的な分流法によっている。
  5. L (ループ) 結合：外側合流の他の一つの型式であるが、位相的には、軌跡が閉鎖的であつて、一旦通過した軌跡を再び横切るところにその特徴がある。
- 4のSS結合との相違は、線形や走行距離に見られ、またターミナル結合において差を生ずる (後述)。

W.J.Mallone (canada) が左折動線 (左側通行では右折動線) に上記5種類の動線結合関係があることを指摘し、その優劣を論じていることが紹介されている。<sup>(7)</sup> これについては、後に再び触れたい。

## 2-4 型式構成とその評価法

### 2-4-1 概説

インターチェンジの型式構成はこれまで見て来たような動線結合の組合わせによってさまざまな型式が生れ、またそれぞれの特徴を持つことになる。そこでまず型式構成の基本となる、ランプ結合について、

さらに立ち入った追求を行ない、構成の原理を明らかにしたい。

インターチェンジの形成としては一般に3枝交差と4枝交差があるが、その原理的形成を明らかにする上で、4枝交差について考察することから始めたい。

### 2-4-2 ランプ結合の組合わせ

ランプ結合の基本構成は前節に見たように5種類あるが、図-2.4に見られるように、同一型式を対向象限に配置したとき、それぞれ2種類の組合わせ方法がある。これは1つは内廻り(inside turning - 略してin

	内 廻 り	外 廻 り
S S	2SS(in) 	2SS(out) 
S D	2SD(in) 	2SD(out) 
D S	2DS(in) 	2DS(out) 
D D	2DD(in) 	2DD(out) 
L		2L 

図-2.4 ランプ結合の分類と組合わせ

とする一)であり、その意義は、対向するランプ(またはそれを使用する交通動線)が相互に交差しないものである。この場合、その交差が平面的であるか、立体的であるかは問われない。

これに対して、外廻り(outside turning-out)とは、2本の対向ランプ、または、その動線が相互に交差するものをいう。ループ(L)には、外廻り、内廻りの区別はないが、これを使用する交通動線が相互に交差することからして、外廻りに属するといえる。結局、ランプ結合の始終端における基本動線結合にのみ着目するならば、ランプ結合の基本型式は5種類であるが、4枝交差の型式構成上の形態からすれば、9種類にわけられる。

また、これらのランプ結合は、通過車道の横断構成との関連を持っている。SSおよびLはいずれも外側分流、外側合流であるから通過車道は標準的な狭分離帯型でよいが、SD結合では、流入側の通過車道が広く分離されることが必要であり、DS結合では、流出側の通過車道が広分離されねばならない。DD結合では流入、流出両方の側の通過車道の広分離が必要である。

これらのランプ結合は、同一型式でも、線形的にはかなり異なる場合がある。図-2・5は、ss(out)における幾つかの位置変化を示している。

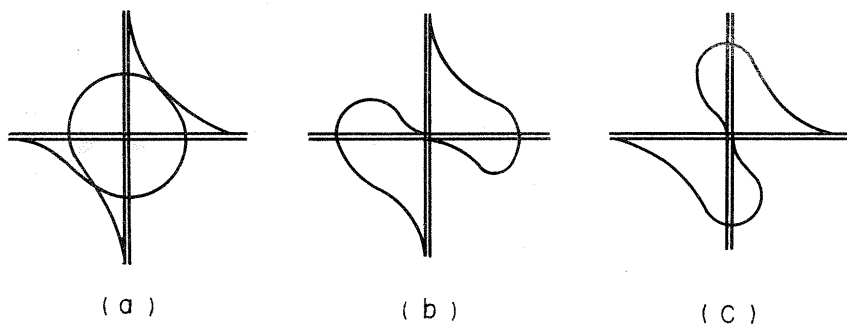


図 2-5 2SS(out)の線形的変化

(b)は通過車道交差部の手前で合流しており、(c)は逆に通過車道交差部の先から分流している。(a)~(c)の3者はそれぞれの極限を画いたもので、(b)から(a)を経て(c)に至るまで形は徐々に変わるが、原理的一位相幾何学的には同一である。(b)、(c)では一見対向ランプが交差していないように見えるが、交通動線としては相互に切り合っている。ただこのような線形的な変化は、ターミナル結合との関係、線形の大きさ、交差構造物等において具体的な相違があらわれる。

### 2-4-3 ランプ結合とターミナル結合の組合わせ

さきにターミナル結合として16箇の型式を示したが、これは前記9種のランプ結合と組合わさつてインターチェンジ型式が構成される。しかし一つのターミナル結合に対しては、ある数箇の特定のランプ結合の組合わせしか幾何学的に許されない。また幾何学的に

は可能であつても、運用上や経済上の理由からほとんど採用し難い場合も生ずる。その組合わせについて以下に見て行こう。

#### (1) 連続分流

(DD): (

図-2・6)

a) DD-

1および

DD-2

:ターミ

ナル結合

DD-1

および2

はいずれ

外側から

のみ分流

する。2

箇の分流

のうち

1箇は左

折であり、

他の1箇

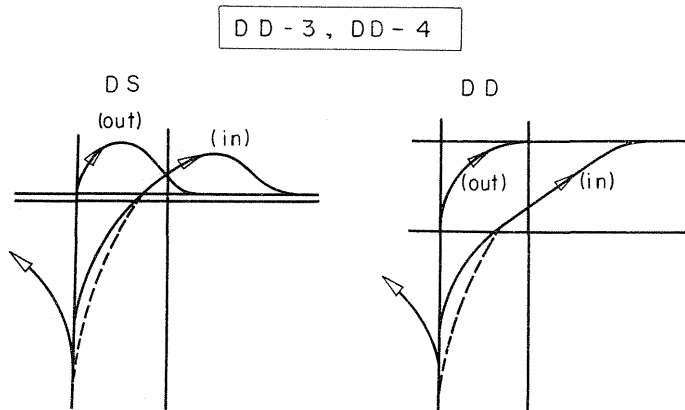
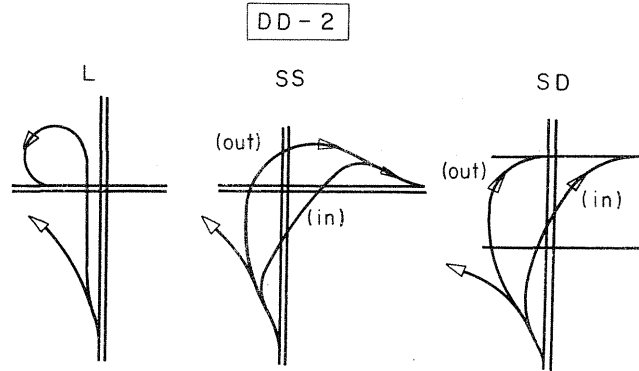
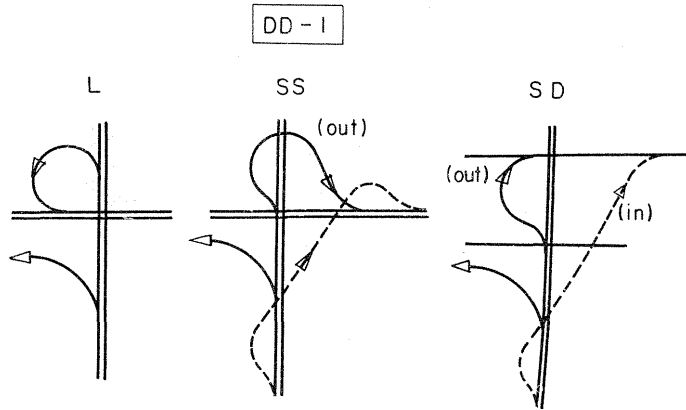


図-2.6 ターミナル結合DDに対するランプの組合せ

は右折である。右折のランプ結合のうち、外側からの分流型式であるのがSS、SDおよびLの3種であることはすでに見て来たところである。そのため、DD-1および2は、これら3者と左折の外側直結路(outer connection)との組合わせとして生ずる。

さらにSSおよびSDには外廻りと内廻りとがある。しかし図-2.6に見られるように、DD-1は直交主車道等の位置関係から、外廻り結合が一般である。内廻りの場合は、外側直結路の分岐点と近接してしまい、DD-2の形となる場合が多い。しかし特殊的には、SS(in)またはSD(in)のランプが非常に早く分流して、左右の順序が逆になる場合がある。ただこれは運用の原則からすれば好ましいものではない(図のDD-1の点線で示したもの)。

DD-2はL、SS(inおよびout)、SD(inおよびout)の5種がある。ただL、SS(out)およびSD(out)の3者はDD-1の意識的改良として用いられることが多い。

b) DD-3 およびDD-4 : これは両者とも両側分岐であり、右折に対してはランプ結合DSおよびDDが適用される。DD-3(右折分岐があとにある場合)は外廻り、内廻りいずれの場合もあるが、DD-4(右折分岐が先に来る場合)は図に点線で示したように、内廻りのときのみが生ずるものである。

## (2) 連続合流(MM)

連続分流(DD)の全く裏返しである。したがって、DD-1およびDD-2に対してはL、SSおよびDSが、DD-3および4に対しては、ランプ結合DDおよびSDが外側直結路と組合わさって構成される。外廻りと内廻りの関係についても、連続分流の場合と全く同じである。

## (3) 合分流(MD)

このような状態はループおよびその他のランプ結合のうちの外廻り線の相互の組合わせとして生ずる。これはまた両隣接象限との接続ランプの相互の組合わせ方法であると考えられることもできる。右折ランプの5基本の2組ずつの組合わせ合計25組に対して、それぞれ表-2.1に示すようにターミナル結合MDの4分類への対応が生ずる。

表の枠の中の数字は、4分類の番号である。例えば合流側の右折ランプがLであり、分流側もLである場合(L・L)では、ターミナル結合はMD-1であり、合流L分流がDS(ただしout)の場合(L・DS)はMD-4であることを示している。以下に、これらの各組合わせの持つ問題点を示す。

a) MD-1 : 表-2.1に見るように、合流側L、SS(out)およびDS



(out)、分流側L, SS  
(out) および SD(out)

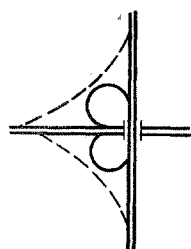
表 2・1

ターミナル結合MDに対するランプ  
結合組合わせ

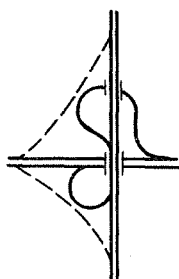
の組合わせ 9 組が理論的  
に存在可能である。しか  
し、図-2・7 に示した  
ように、実際の線形やそ  
れによるインターチェン  
ジの広がり考慮すると、

分流側 合流側	L	SS (out)	SD (out)	DS (out)	DD (out)
L (out)	1	1	1	4	4
SS (out)	1	1	1	4	4
SD (out)	2	2	2	3	3
DS (out)	1	1	1	4	4
DD (out)	2	2	2	3	3

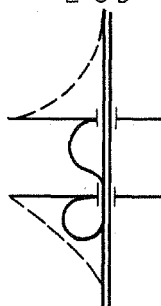
L・L



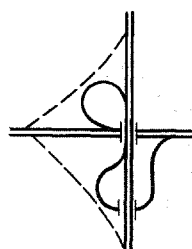
L・SS



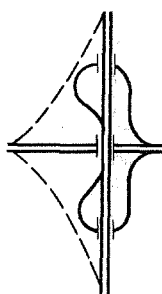
L・SD



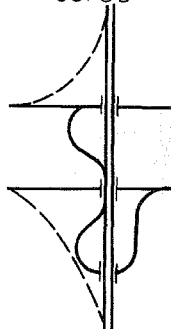
SS・L



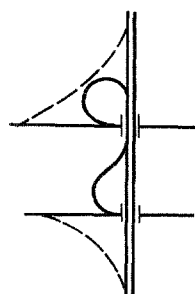
SS・SS



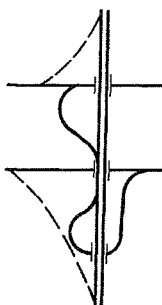
SS・SD



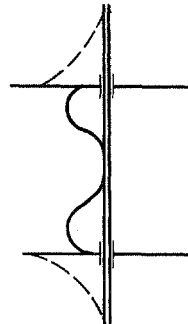
DS・L



DS・SS



DS・SD

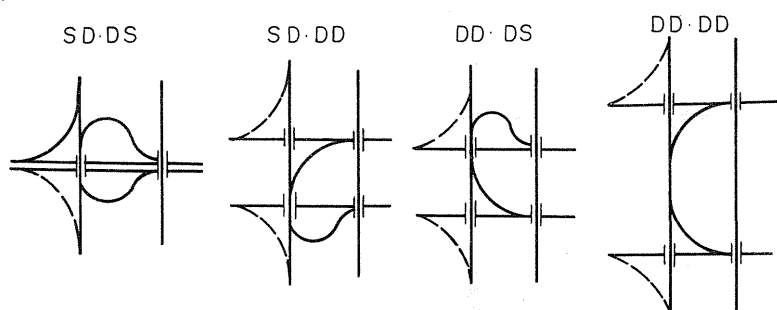


インターチェンジ型式の  
一部として使用される可  
能性のあるものは、この  
うちの一部に限定される。

9組のうち、ループ2  
箇の組合わせであるL・L  
が最も一般的であり、他  
はすべて特殊のといつて  
よい。所要面積からすれ  
ば、直角交差として、標  
準的な線形を考えた場合、  
L—SS—SDまたはD  
Sの順で拡大している。  
このため、その組合わせ  
についても、Lを含む場  
合は一応インターチェン  
ジ型式形成の対称となり  
得るが、その他は捨てら  
れるのが妥当である。た  
だし、SS・SS型特殊な  
例として研究の対称とな  
り得る。

図-2.7 ターミナル結合 MD-1 に対するランプ結合の組合せ

b) MD-3 : 内側織り込みの生ずる型であり、SD(out) , DD(out)とDS(out) , DD(out)の組合わせである4者がある(図-2・8)。DD・DD型は単独インターチェンジとしては一般性はない。



o) MD-2およびMD-4 : 一般には織り込みを伴わないので、選用上問題は少ない。MD-2についてはS

図-2.8 MD-3に対するランプ結合の組合せ

D, DDの2種とL, SS, SDの3種の組合わせ計6組、MD-4についてはL, SS, DSとDS, DDの各組合わせで同じく6組が可能である。ただ、これらの型式は、図-2・9に見られるように、ランプの位置を若干ずらすことでMD-2はDM-2に、MD-4はDM-4に変えられるから、特別な検討を要しない。

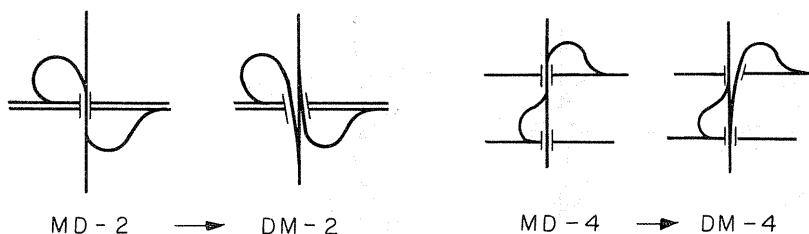


図-2・9 MD型よりDM型への変形

#### (4) 分合流(DM)

L・L型を除くすべてのランプ結合(右折)の相互の組合わせに対して成立する最も一般的なターミナル結合である。また左折ランプと右折ランプとの組合わせにも生ずる。DM型は運用上に特に大きな問題はない。

#### 2-4-4 型式構成とその評価、

すでに見たようにインターチェンジで交差する通過車道は、基本的に5箇の型式によるランプ結合によつて結ばれて一つのインターチェンジを構成する。ランプ結合の関係によつて分類されるインターチェンジの基本型式の評価、比較は、本章2-2で見たように多くの評価要因によつて行なわれなければならないのであるが、基本型式

という意味では、そのうちの幾つかに特徴的に集約できる。

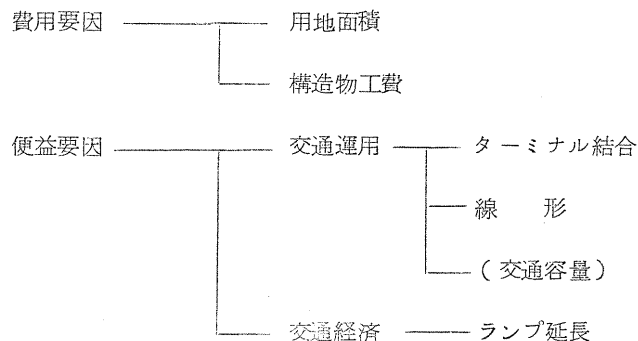
すなわち、費用の面では用地面積と交差構造物工費で代表的に見ることができる。この両者がいずれも少ないことが費用的には最も好ましく、反対にそのいずれもが多くなるような型式はほとんど利点を持つことがないといえる。しかし一般には両者は二律背反的な場合が少なくない。すなわち、構造物工費が少なくなるような型式はランプが拡散して、用地面積が増大する傾向にある。したがってその評価は、用地費単価との関係にかかってくるといえる。用地単価の高い場合ほど、用地面積の少ないことの効果は大きい。一方、便益の面では、交通運用と交通経済にわけられる。交通運用はターミナル結合と線形に代表される。さきに見たターミナル結合の運用上の利点が、そのままそのインターチェンジの利点、欠点につながってくる。線形は、ある基準以上の値で設計するのであるから、同一条件で設計すれば、それ自身で比較できないようであるが、必ずしもそうではなく、良い線形が比較的とりやすい形と、そうでない形としてあらわれ、標準型としても優劣を比較し得よう。

交通経済では走行距離すなわちランプの長さが比較の対象となる。これも、一つのランプ結合についても線形のとり方によつて変化はあるが、例えば、ループは直結路に比べれば明らかに走行距離が長いといったように基本的差異があることは明らかである。

これら便益面の評価は、それぞれのランプの交通量に無関係には評価し得ない。したがって、むしろある型式ほどのような交通配分のときに適切さを持つかという形の評価の方が容易であろう。この他、織り込みおよび平面交差を許す場合には、交通容量とも関連を生じて来る。

以上の事柄をつぎに一覧表としておこう。

#### インターチェンジ基本型式の代表的評価要素



## 2-5 結 論

本章では、インターチェンジを構成する要因を分析し、特にもつとも基本的な交通動線の結合関係を明らかにした。

### (1) 構成の要因分析

インターチェンジの幾何構造を形作り、もしくはこれに影響を与える要因を分析すれば、i) 構成要素、ii) 組成要因、iii) 条件要因、iv) 評価要因の4要素にわけられる。

構成要素は通過車道と連結路であり、これが組合わされて幾何学的形態が生ずる。その組成は、大別すれば交通動線の構成や線形に着目する線の構成と、幅員やターミナル構造など幅の広がりを考慮した面的構成とに区別される。インターチェンジの型式について論ずる場合に問題となるのは、前者の線の構成であり、特に動線結合関係が型式を区別する指標となる。条件要因は交通や環境など、構成上の諸関係を規制するパラメーターであり、評価要因は便益および費用の面から、当該計画の適否の判断基準となる。

### (2) 動線結合について

動線結合は、基本動線結合、ターミナル結合およびランプ結合の3者に分類される。基本動線結合とは、分流、合流、織り込みおよび交差という交通動線の基本結合を、主動線（通過車道）および副動線（連結路）の相互関係に分類したもので、18種類にわけられる。

ターミナル結合は、1本の通過車道上の基本動線結合の複合関係であつて、4箇の基本形を各4種に細分し、16種類にわけられる。これらのターミナル結合は、連結するターミナル間において生ずる自動車交通流の円滑な流れに対するノイズとして、安全性と使いやすさという面で運用上に影響を与える。

一方、ランプ結合は、その端部において動線結合としての諸関係を生ずると同時に、両端を結ぶ間の線形を媒体として、走行の速度および安全性において運用面に影響をおよぼし、走行距離の長短によつて交通経済面に影響を与える。

ランプ結合は、基本的にL, SS, SD, DSおよびDDの5型式があり、ループを除く他の4型式には、交差部の外を迴るか、内側を迴るかで形態上に差を生ずる。これは対向象限に同一型式のランプ結合を対置したとき、相互に交差するか否かで、はつきり位相的な差異を示す。したがつて、インターチェンジを構成するランプ結合の基本型式は9箇あるといつてよい、従来これらの内廻りと外廻りの区分は必ずしも明らかでなかつた。また各ランプ型式の名称も、その始終端の基本動線結合関係による簡単明瞭な記号で示すことを本研究で試みた。

### (3) 型式構成とその評価について

16箇のターミナル結合と9箇のランプ結合の組合わせによつて、インターチェンジ

の型式が構成される。しかし一つのターミナル結合に対して組合わせの可能なランプ結合の種類は、幾何学のおよび運用上または経済上の理由から限られてくる。その組合わせとその特性について本章で明らかにした。

このようにして構成されたインターチェンジの型式を評価するための代表的な評価要素としては、費用要因と便益要因がある。費用要因の代表的要素は用地面積と構造物工費である。便益要因としては、運用面ではターミナル結合と線形が、交通経済面ではランプ延長がそれぞれの代表的要素となる。

## 引 用 文 献

- (1) James P. Neve, Jr., "A Scorecard for Interchanges. Traffic Engineering, September 1962, P. 22.
- (2) Jack E. Leisoh, "Adaptability of Interchanges to Interstate Highway", Transactions, ASCE, Vol. 124, 1959, P. 605.
- (3) 武部健一, "高速道路のインターチェンジ(3)", 土木技術, Vol. 18, 2月 1963, P. 53.
- (4) AASHO, "A Policy on Arterial Highways in Urban Areas" 1957, P. 488.
- (5) George A. Hill, "Designing Better Freeways", Traffic Engineering, Oct. 1960, P. 11.
- (6) 米谷栄二・渡辺新三・毛利正光・"交通工学", 昭和40年, P. 300
- (7) 東京都首都整備局, "大都市幹線街路調査報告書 ― 都市高速道路網の新線計画について ―", 昭和39年, P. 108~118

## 第 3 章 型 式 各 論

### 3-1 本章の主題と目的

インターチェンジの型式は、過去数十年来、多くの人々によつて創案が試みられ、経験的事実の集積によつて数多くの型式が生れて来、またその得失も論じられて来た。しかしながら、それらの型式は必ずしも構成原理的に導き出されたものではないから、構成的に可能なすべての型式について案出され、論じられて来たのではない。

本章では、前章で考察した構成原理から、形式可能な型式を理論的に導き出し、すでに知られているもののみならず、新しい型式を数多く創成し、その利害得失を論じて、その適応性に対する一般的考察を行なう。

### 3-2 インターチェンジ型式の分類と構成法

#### 3-2-1 概 説

ここで一つの型式と称するのは、平面図形上で、動線の結合関係から生ずる位相上の差のあるものについてである。立体交差における上下関係、線形、交差角、幅員構成等については、一切問わないこととする。また集散路に設けたり、ランプの接続位置の変更によつて生ずるターミナル結合の若干の変化（DD-1とDD-2、DD-3とDD-4、MM-1とMM-2、MM-3とMM-4、MD-2とDM-2およびMD-4とDM-4のそれぞれの間）も一つの型式における変化と見なす。

一つの型式における線形上の変化については、特に論ずる必要のあるものについては考察を進めて行きたい。

#### 3-2-2 形式の分類

インターチェンジの型式を分類する方法には幾つかある。

##### (1) 交会分枝の数による分類

- i) 3枝交差
- ii) 4枝交差
- iii) 多枝交差（5枝以上）

この分類については、特に論ずるに及ばないが、最も基本的な分類法である。連結路数は

$$2_n C_r = \frac{2 n!}{r! (n-r)!} \dots \dots \dots (3.1)$$

ただし  $n$  = 交会分枝数  $r = 2$

により3枝交差で6、4枝で12、5枝で20となる。このため、5枝以上は独立した連絡によらず、これを省略重用するロータリー型式以外、実際にとられることはほとんどない。したがって、研究の対象となり得るのは、3枝および4枝交差であり、特に4枝はインターチェンジ(交差点といつてもよい)の基本であり、3枝はむしろその変形と考えることもできる。

## (2) 基本動線結合による分類

インターチェンジの機能を重視するならば、交通動線の処理によつて分類する方法が最も基本的である。これはつぎの3種に分類される。

i) 完全立体型

ii) 織り込み型

iii) 平面交差型

この分類に際して、その定義付けをつぎのように行なうことを提唱したい。

すなわち、i)については「平面交差を含まず、各分枝を結ぶ連絡路が独立しているもの」と定義する。これに対して、ii)の織り込み型は「平面交差は含まないが、連絡路をすべて独立とはせず、2つ以上の車道(通過車道または連絡路)を部分的に重用して、織り込みを伴つた部分を持つもの」と定義する。iii)の平面交差型は「1つ以上の平面交差を含んだもの」とする。

このような定義からすれば、図-3.1(a)は車道重用区間において織り込みを伴うから「織り込み型」である。このような立体交差省略により生ずる車道重用区間に起る織り込みは、副線相互織り込み(ランプ相互の重用の場合)か、主副線交差

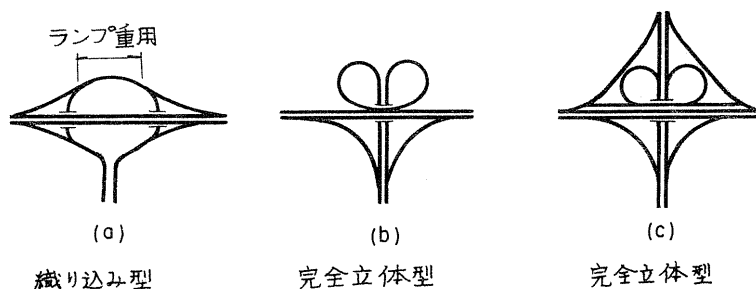


図-3.1 基本動線結合による型式の分類

織り込み(ランプと通過車道の重用)、または主線相互織り込み(通過車道の重用)のいずれかである。これに対して、図3.1の(b)は外側織り込みを伴っているが、各

連結路（ランプ結合）は独立して完結しており、(1)の完全立体型に属するといえる。また同図(c)は集散路を用いて織り込みを副線相互織り込みに変えたものであるが、本質的に(b)と同じであり、同様に完全立体型の範疇に属する。

このような分類方法は、一見織り込みがいずれの型式にも存在するので、複雑のようであるが、ランプ結合の独立性によるこの定義法は、インターチェンジ構成の特性を明らかにする上で好都合である。すべての織り込み型および平面交差型は、必ず対応する特定の完全立体型からの変形として構成される。

### (3) ランプ接続の完全、不完全による分類

#### i) 完全接続型

#### ii) 不完全接続型

インターチェンジは交会分枝の数により  $2 \times C_r$  ( $r = 2$ ) の連結路数を必要とするが、何らかの形で、すべての方向の接続の存在するものを完全接続型とする。この場合、ランプが独立であるか、または織り込み、平面交差を伴うかは問わない。これに対して、いずれかの方向の接続が、そのインターチェンジ内で欠除しているものを不完全接続型とする。不完全接続型には、ある2つの分枝間で往復ともに欠除している場合と、片方のみが欠除している場合とがある。

### (4) ランプの配置型式による分類

これは4枝交差における分類である。5つの基本ランプ結合方式を用いて、各接続を結ぶ場合に、その配置方法によつて生ずる幾何学的な形態によつて分類しようとするものである。

#### i) 4象限対称型 (図-3.2)

4象限がすべて同一形態の型で、したがって、運用条件は、縦断線形を別とすれば、4象限とも同一である。4方向すべてからの右折動線の処理が同一のランプ結合型式によつている場合に、この型式となる。一般に点対称形であるが、クローバー型のように直交2軸いずれに対しても線対称形であるものもある。

#### ii) 点対称型

直交2軸の交点を中心とした対称型であり、対向象限相互はそれぞれ点対称であるが、隣接象限とは異なつた形態を持つ。(4象限対称型はこの型式の特解である。) 対向象限が同一形態となり、同一ランプ結合が用いられた場合に生ずる型式である。このことは、直交2車道のそれぞれの両方向からの流出、流入方式(ターミナル結合およびランプ結合)が同一であることを意味し、両車道が異なつた性格の場合にも適合する形態である。右折動線が2種類のランプ結合の組合わせで構成される。

#### iii) 線対称型



直交 2 軸のいずれかに対して線対称の型式である。隣接象限と対称的であることは、必ずしも同一ランプ結合であることを意味しない。(DS と SD は隣接象限で線対称である。)したがって右折動線は 2 または 3 種類の組合わせとなる。

#### IV) 非対称型

図-3.2 に示すように、1 象限変形とその他の型がある。1 象限変形型とは、点対称、線対称いずれかの型式から、ある一方向の右折動線を他のランプ結合方式に変

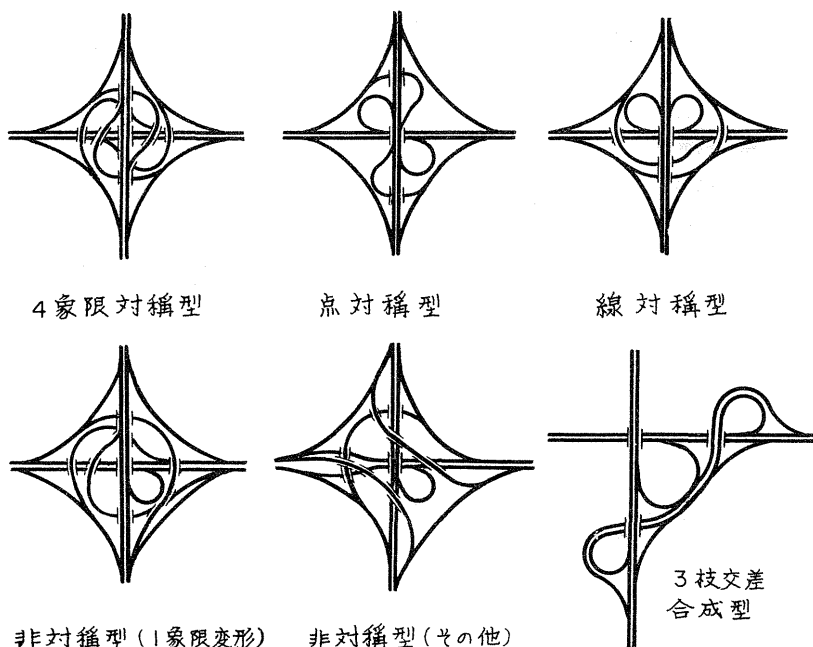


図-3.2 4 枝交差のランプ配置による型式の分類

えたときに生ずるものである。その他の型とは、それからさらに別の象限の右折動線について他の方式に変え、点対称または線対称から 2 段操作により形成される形式である。

#### V) 3 枝交差合成型

3 枝交差における型式を 2 つ(同一でも異なつていてもよい)合せることによつて 4 枝交差とするもので、その中間には必ず織り込みが伴う。

#### (5) その他の分類法

Leisch は運用面に着目し、(1)流出方式が出口 1 箇所型か 2 箇所型か、(2)織り込みを伴うか否か、(3)ループを有するか否かの 3 点から多重的に分類することを試みている<sup>(1)</sup>。

また、ループの数によつて、1ループ型、2ループ型、3ループ型等として分類することも常識的な立場から行なわれることがある。本研究では、運用ならびに形態上の差異を同時に明らかにするために、まず完全立体型について、ランプ配置型式による分類法によつて分類し、つぎに織り込み型および平面交差型について、同じ方法により分類し、構成して行くこととする。これらの基本図形は巻末付録（P. 309）「インターチェンジ型式基本図形集」に集約して掲げ、個々の解説、論評は以下本文において行なう。

### 3-3 点対称型

#### 3-3-1 組合わせ数

点対称型は、対向象限が同じ形態であり、同一ランプ結合が用いられる。したがつて、2種（同じものを含め）のランプ結合の組合わせで構成される。すなわち、基本ランプ結合SS、SD、DS、DDおよびLの5型式から重複して2型式をとる組合わせとなり、

$${}_n H_r = \frac{(n+r-1)!}{r!(n-1)!} = \frac{(5+2-1)!}{2!(5-1)!} = 15$$

の組合わせ数となる。

一つの組合わせの中でも外廻りと内廻りの組合わせによつてさらに変化を生ずる。以下そのすべての組合わせについて考察し、その利害得失ならびに適応性を論ずる。ただ、前章2-4-3「ランプ結合とターミナル結合の組合わせ」で論じたように、ターミナル結合MD-1となるランプ結合の組合わせのうち、SS・SD、DS・SSおよびDS・SDは面積の拡大と線形および運用上の不利が重なり何ら利点がないので、この型式のみは除外する。

#### 3-3-2 ランプ結合の線形的特性

各型式を論ずる前に、その構成要素であるランプ結合の幾何学的特性について触れておきたい。特にどの形がどのような条件において適するかをあらかじめ見ておくことは、あとの論議を進める上に便利である。

1つのランプ結合にはLを除き、外廻りと内廻りとがあり、それはここで論じている点対称形となるように、対向象限に同一ランプ結合を配置したときに、互いに動線が交差するか否かに位相的な差異があることはすでに述べた。ここではこれを線形設計の立場からながめて見よう。

インターチェンジの交差において、上部車道と下部車道の高低差は、建築限界、橋

桁高、片勾配等を考慮すると、最小 6.5 m、一般的には 7.0 m が必要である。ランプは一つの車道から他の階層の車道へ移るとき、その高低差を縦断勾配によつてとるが、縦断曲線等を考慮すると、距離として 200 ~ 240 m を必要とする。また 3 重交差であれば 300 ~ 360 m 程度を要する。したがって、ランプの線形はまず縦断的な制約から必要とされる距離（これを〔縦断制約距離〕と呼ぶこととする）をとることによって支配される。また一方、平面線形の最小曲線半径（40 ~ 80 m 程度）にも規制される。各ランプ結合は、これら線形上の制約に対して、それぞれ特有の性質を有している。

(1) SS (in) (図-3.3)

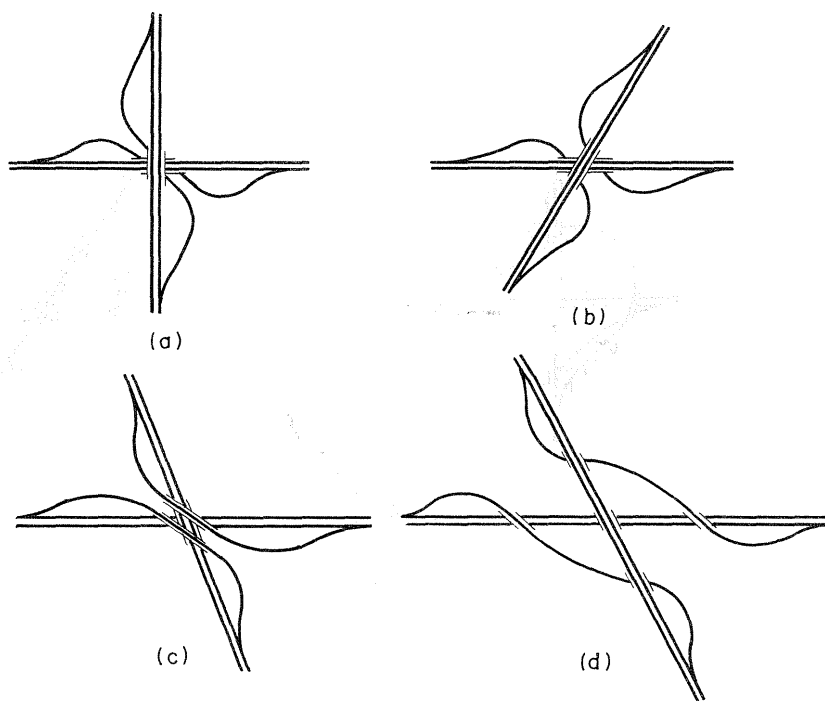


図-3.3 SS (in) の線形

SS内廻りは図-3.3(a)に見るとおり、3層交差となる。この場合、本線の上または下を通るものとすれば（その他、中間を通る場合があるが）、一本のランプは交差部の両端で、1段または2段の高低差のすりつけとなる。内廻りの場合は、本線の交角がどの方向に斜角となつても、線形的にはそれほど無理なく設計しうる。すなわち(b)のように狭い交角の連結に用いることも、(c)のように広い交通の連結に用いることもいずれも可である。しかし(c)では、本線との交差角がかなり小さくなり、交差構造物のスパンが長くなり、工費にはかなりの影響がある。またこの場合

(d)に見られるように、3層交差をやめ、ランプの両本線との交差を分散し、2層交差で処理することもできよう。これは当然用地面積が増加することであるが、構造物工費との関連で適応性が定まる。

(2) SS(out) (図-3.4)

内廻りが原則的に3層交差であるに対して、外廻りは2層交差で処理される。そのため、分流から合流に至る間、中間の象限で、ランプは上段から下段に移動し、したがってその間に前記200～240mの縦断制約距離を必要とする。このため、交差角が斜となつた場合には、その方向によつて、SS(out)の線形はかなりの変化を生ずる。図-3.4(b)のように、中間象限が広角となるような— 広い交角の連結に使うような— 場合には、縦断制約距離をとることが容易となり、形が偏平となるので平面線形が良いだけでなく、ランプによつて囲まれる面積も少なくなる。

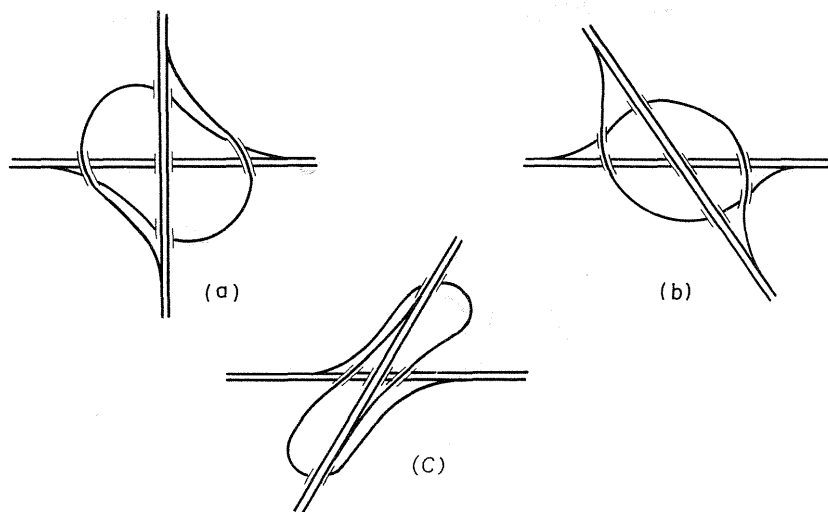


図-3.4 SS(out)の線形

これに反して、狭角部分の連絡に用いる場合は、(c)で明らかなように、縦断制約距離をとる必要のためだけに迂回し、したがって平面線形も最小曲線半径を使用せざるを得ない。さらに走行距離においても不利である。(b)の広角部に用いるときは、迂回距離(本線の交差部でただちに折れ曲つて交差車道に乗り換えたときと仮定したときの距離に対するランプを利用したときの距離の差)は、ほぼ200～250mであるのに対して、(c)の狭角部分では400～500mに達する。これは同一条件でループを用いた場合とほぼ同じか場合によればそれより長い。これらの点からSS(out)は狭角部分に使用するのは不利なことがわかり、逆に広角部に対して推奨すべき型式となる。

(3) SD(in) 図-3.5

SD結合は流出側の通過車道は標準型でよいが、流入側で広分離帯となる。SD(in)は他の内回りランプと同様3層交差となる。交角が広狭いずれの場合でも適合しうる。広角部の連結に用いるときは、(d)のように立体交差位置を広げた2層交差にすることも実現し得る。

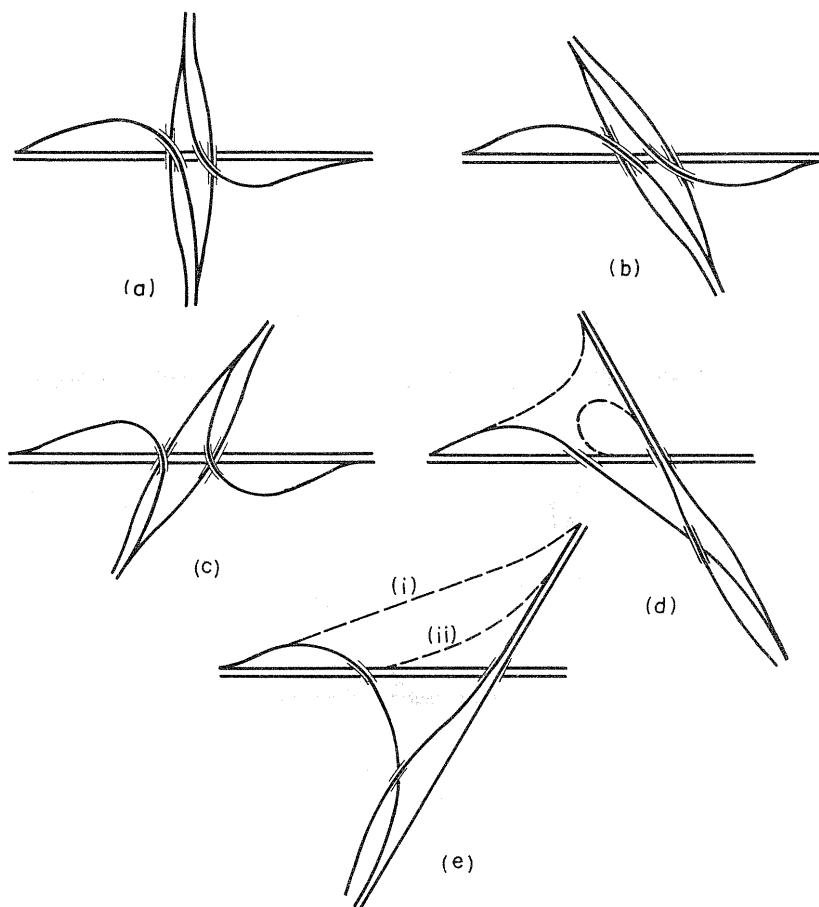


図-3.5 SD(in)の線形

この場合は左折ランプがそれほど長くならず、それによつて囲まれる面積も比較的狭く、そして隣接象限の右折動線として、ループを用い得るなど、比較的有効に利用しうる。

これに対して狭角部の連結にこの2層交差型式を用いようとする、(e)に見るように左折ランプ(i)によつて囲まれる面積は非常に広くなり、また必ずしも有効に利

用し得ない。この場合、左折ランプを(ii)のように右折ランプの後から分岐させることは、線形的には可能であるが、分流に際し右左折の順序が逆になり、運用上運転者の判断の誤りを大きくする危険があり採用し難い。（このことは先のSS(in)結合においても事情は同様である。）SD結合は運用上特に利点があるわけではなく、また合流側の本線が広分離構造とすることからして、交通量の多い場合のみ走行便益の上から妥当性が認められる。

(4) SD(out) (図-3.6)

外廻りは2層交差である。しかし中央分離帯を広げた中で縦断制約距離をとらねばならないので、分離帯の幅は非常に広くなる。

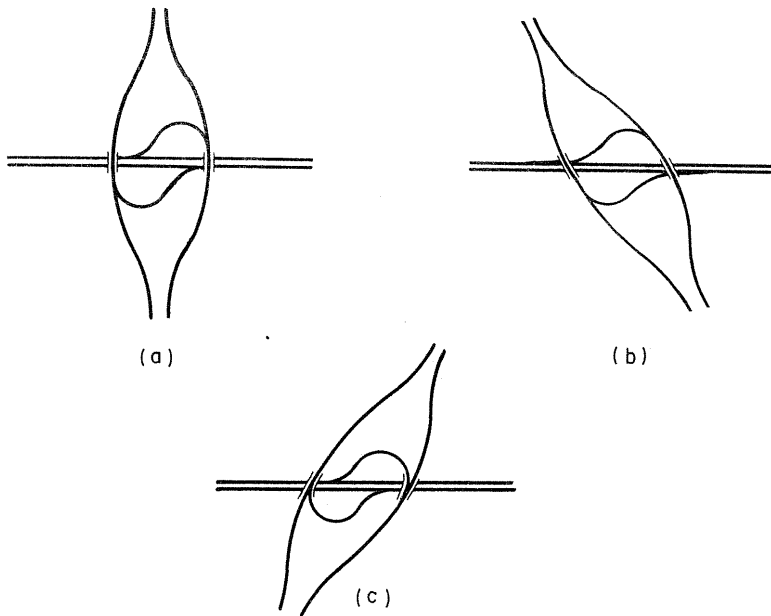


図-3.6 SD(out)の線形

わが国のように、土地の利用度の高い地域では、広い分離帯が経済的に引き合うことはほとんどない。河の両側に往復車道を分離するとか、街区を挟んでその両側にあたかも2本の一方交通があるように分離するなど、きわめて特別な場合を除いては、高速道路そのものが広分離帯構造とされることはほとんどないから、広分離帯型式のランプ結合を用いるときは、インターチェンジ部分のみが拡大されることになる。そのため、通過車道である本線の線形を屈曲させる必要が生じる。本線の規格が高いと、交差部を広げるために広い範囲で分離させねばならず、用地面積の増大の影響が大きい、したがって、このような内側合分流を含む型式(DS、SD、

DD)で、特に外廻り型式を用いるときは、屈曲を必要とする本線ができるだけ低い設計速度の場合に適用されるのがよいのは当然である。

SD(out)は交角が直角、狭角いずれの場合も使用しうる。最小半径を用いた設計ではいずれの角度でも面積にはそれほどの変りはない。ただ、図-3.6の(b)のように広角では比較的容易に(用地をそれほど増やさずに)、平面線形を大きくしうるが、(c)の狭角の場合は容易でない。これは最小半径を用いる区間が、(b)に比し(c)の方がはるかに長いからである。また迂回距離は(c)の場合は長く、他のランプ結合と比較して、狭角に用いるのは、走行経済的には有利ではない、これらの点から、SD(out)は内廻りの場合と同様、広角部に有利な型式である。

(5) DS(in) (図-3.7)

DS結合は、分流側が広分離となる、また内側分流という運用上の問題も発生する。したがってこの型式は分流側本線が比較的規格の低い場合か、またはこのランプを用いる交通量が多いときかに適合する。内廻りは3層であり、線形的には、広角、狭角いずれの場合も可である。また2層構造とすることは、広狭いずれの場合も可能である。特に狭角への使用の場合、SD結合は運用的に適切でなかったが、DS結合では図-3.7(e)のように、分流部では、ターミナル結合がDD-4(右折が左折より先に分流する)となるが、必ずしも不適切でなく、また合流部では、合流の順序は問題とならないから、面積的にSD結合を狭角部に使用する場合のような不利は起らない。したがって、DS(in)は広狭いずれの角度にも使用しうる。ただ、SD結合の場合も同様であるが、広角部に用いるときは、線形的にはよいが、構造物交差斜度が強くなるための工費増がある。

(6) DS(out) (図-3.8)

分流側が内側分流であり、広分離となることは内廻りと同じであるが、外廻りは、SD(out)でも述べたように、2層構造とするための縦断制限距離の関係から一層強く本線線形に影響を及ぼす。そのため、内廻りの場合より、さらに低い本線設計速度(分流側)の場合に適切である。

線形的な条件は、SD(out)の場合と同様であり、広角部に用いるのに有利な型式である。ただこれをSD(out)とくらべた場合、図-3.8に示すように、W-Eを標準型的高速道路とし、それに交差する低規格道路がある場合、W-N(S-E)象限が広角の場合にはDS(out)結合がよく逆にN-E(W-S)象限が広角の場合には、SD(out)結合を用いるのがよい、この両ランプ結合は相互に補完的な性格を持つ。

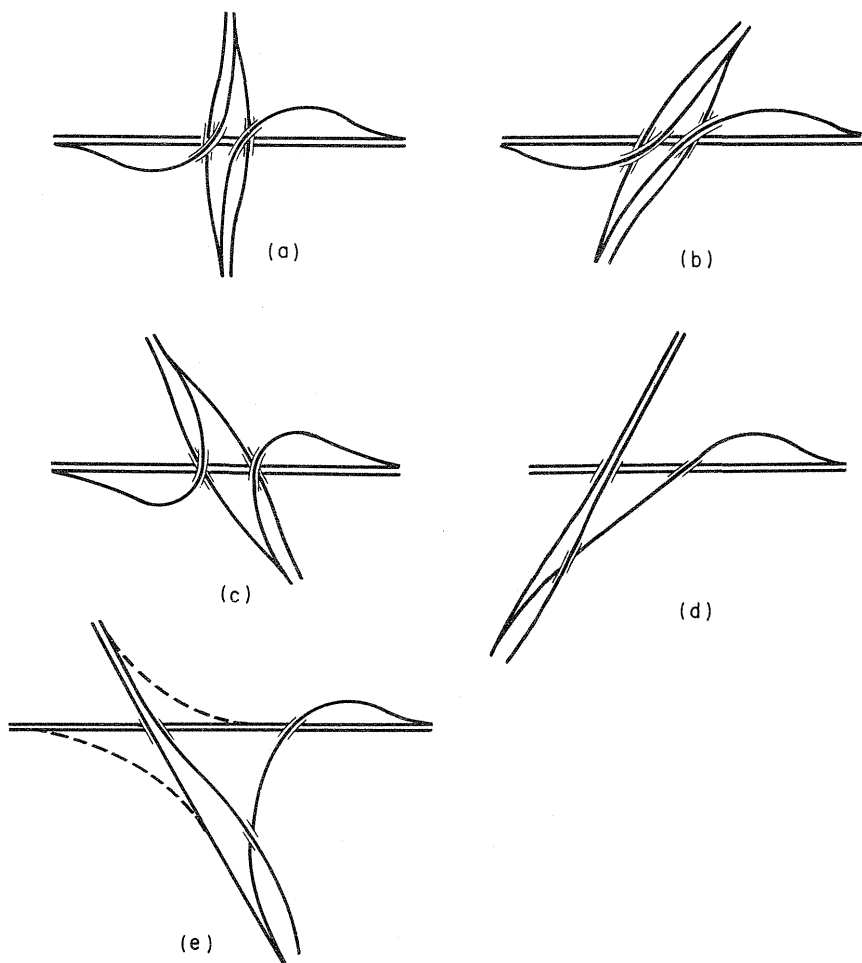


図-3.7 DS (in) の線形

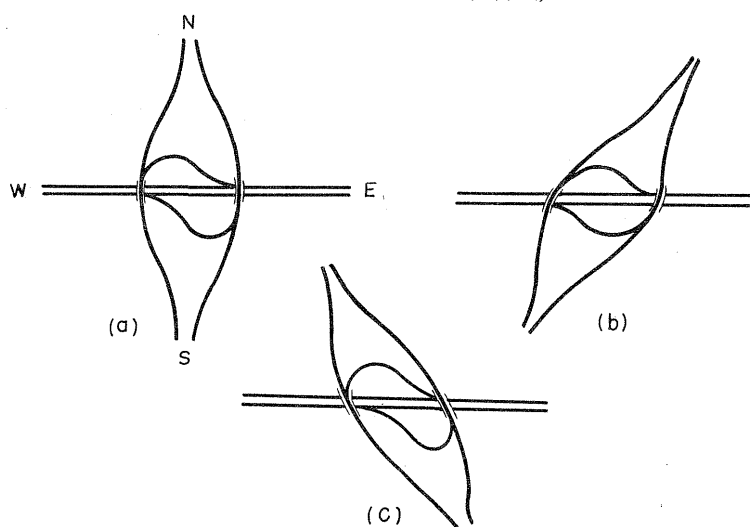


図-3.8 DS (out) の線形



(7) DD(in) (図-3.9)

DD結合は、交差する両本線車道とも広分離構造となることが、その特徴である。逆に言えば、そのことが許容される条件においてのみ適切な型であるといえる。内廻り — DD(in) — は交角がいずれの場合でも適用し得る。広角部に用いるこ

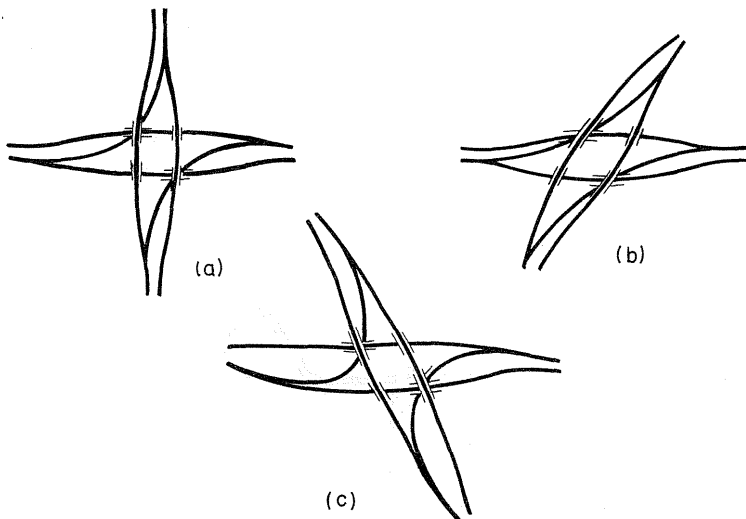


図-3.9 DD(in)の線形

場合と同様、広狭いずれの角度の場合も実現可能である。

(8) DD(out) (図-3.10)

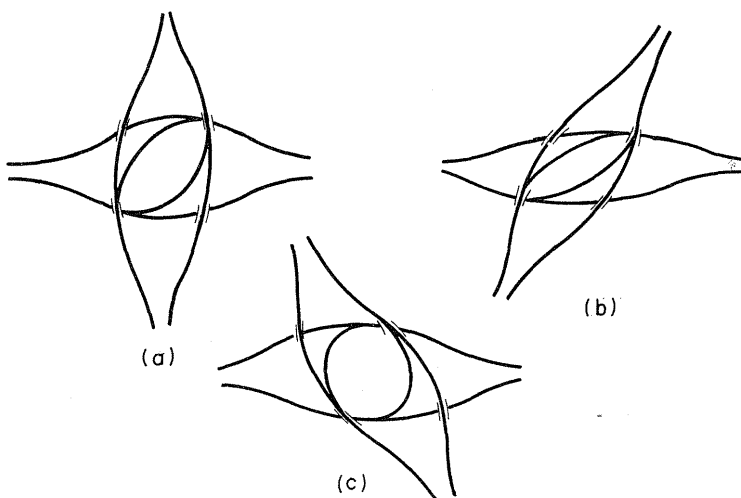


図-3.10 DD(out)の線形

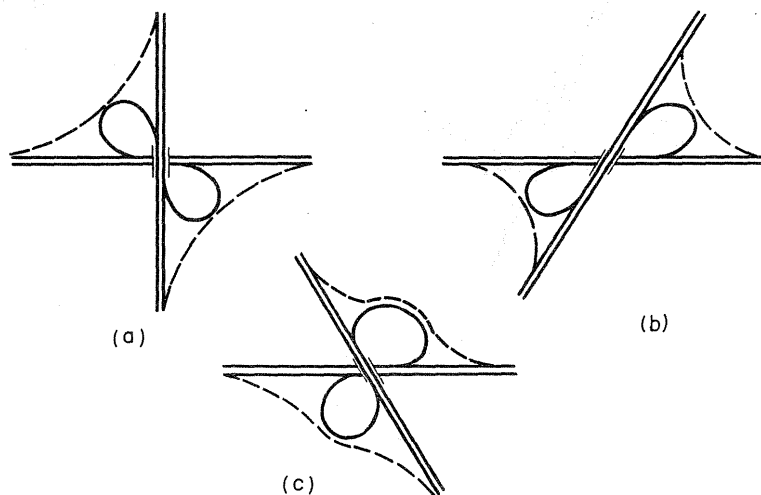
とは、構造物工費の増大を別とすれば、線形的にも、また面積的にも有利である(図-3.9)。内廻りは一般に3層交差となるが、これを2層とすることは、DS(in)結合の

外廻りでは交差角による線形および面積に対する影響が、DD(in)あるいは他の外廻り型式[SD(out)やDS(out)]に比してかなり顕著に現われる。図-3.10の(b)のように、広角部

にこれを用いたときは、線形もよく、分離帯の開きもそれほど大きくない。これに対して(c)のように狭角に用いると、縦断制限距離と最小半径に規制されて、分離帯の開きが非常に大きくなる。このランプ結合型式は、明らかに斜角交差における広角部に適した形で、直角交差の場合でもむしろ不適切であるといつてよいであろう。

#### (9) L (図-3.11)

ループは狭角部によく、広角部には逆に不適切な唯一つのランプ結合型式である。これには、内廻り、外廻りの別はないが、対向ループの動線が相互に切り合うことや、2層構造で処理できる点から外廻り型式に属するといえることができる。



直角交差に使用することも適切であるが、狭角部に用いると、これに外接する外側直結路によって囲まれる面積が比較的少なくなる。これに対して、広角部にこれを用いると、外側直結路により囲まれる面積が大きくなり、

図-3.11 L の線形

図-3.11(c)のように外側直結路の線形を悪くしても、なお面積はかなり必要とされる。また織り込み長をとる必要がある場合には、(c)の下のように単一円では処理できず、上側ループのように2重卵形とせざるを得なくなり、走り難い線形となる。狭角部に用いる場合、迂回距離は、SS(out)を除く他の型式よりは長い、すでにしばしば述べたように狭角部象限の交通は少ないのが通例であるから、面積の少ないことおよび構造物が少ないことからして、狭角部に適切な型式といえることができる。

#### (10) ランプ結合の適応性 — 要約 —

以上ランプ結合について、その線形的特性と適応性を見てきたが、具体的な4枝交差インターチェンジ型式への適用に入る前に、その特性を要約しておく(表-3.1)。これは対向配置において特徴的に示される性格であるが、1本単独にお

いても基本的な性格は変らない。

表一 3.1 ランプ結合の特性と評価

ランプ結合	分離帯幅		標準 交差型式 (階層)	本線交差角度への線形的 適応性 注)			迂回距離		
	分流側	合流側		広角	直角	狭角	広角	直角	狭角
SS(in)	狭	狭	3	○	○	○	中	中	中
SS(out)	狭	狭	2	◎	○	×	中	大	特大
SD(in)	狭	広	3	○	○	○	小	小	小
SD(out)	狭	特広	2	◎	○	△	中	中	中
DS(in)	広	狭	3	○	○	○	小	小	小
DS(out)	特広	狭	2	◎	○	△	中	中	大
DD(in)	広	広	3	○	○	○	小	小	小
DD(out)	特広	特広	2	◎	△	×	中	中	大
L	狭	狭	2	×	○	◎	大	大	大

注) ◎最適、○適、△可、×不可。

表中標準交差型式でその階層を示したが、これはある対向象限に、一対のランプ結合を配置した場合であり、これに他方の一対の象限にランプ結合が配置されて点対象の4枝交差の全結合が完成したとき、交差階層としては、2層交差型式のランプ結合が組合わさつたときはやはり2層で、2層型式と3層型式が重なつたときは3層に、3層型式が2つ重なつたときに4層交差型式となる。

なお、Mallone も同様な比較を行なっているが、<sup>(2)</sup>分類法が若干異なり、内廻りと外廻りの区別がはつきりしないなど問題もあるので、上表の特性評価と同列には論じられない面があるが、少なくともループを狭角に用いることについて、迂回距離が多い所から「不可」と断じているのは、さきにあげた面積上の利点などから見て適切を欠くといわねばならない。

### 3-3-3 点対称型式各論

#### (1) SS・SS型式

2組のSS結合の組合わせによつて生ずる型式がSS・SS型式である。これはすべての分合流が外側であるため、通過車道が標準型でよく、本線通過車道の線形に影響を与えないところに一般的特徴がある。(以下、巻末付録「インターチェンジ基本図形集」参照)

[1] \* 4 S S (in): S S ・ S S の組合わせのうち、いずれも内廻りの組合わせである。すべての右折ランプが同一型式となるから、いわゆる 4 象限対称型となる。

4 枝交差における動線の交点(conflict points)の基本数  $N$  は、交会分枝数が  $n = 4$  であるから、

$$N = n^2(n-1)(n-2) / 6 = 16$$

であるが、これは <sup>(3)</sup>DD 結合の場合に適  
用されるものである。S S 結合では、  
分岐した通過車道および合流すべき通  
過車道をそれぞれ交差することになる

から、S S 1 本に対して 2 箇交差数が  
増加する。したがって 4 S S (in)

は  $4 \times 2 = 8$  箇増加し、24 箇の動線交点数がある。ただ実際には、図に見られるように、交差が 2 重、3 重に重なり合い、個々に独立しているわけではない。この型式はロサンゼルスで Hollywood Parkway が Harbor, Arroyo seco 両 Parkway の接続点と交わる点に設けられ、1 日 30 万台以上の交通量を処理していることで有名であり、4 層型とも称される。Leisch は彼の分類において、出口 1 箇所、織り込みならびにループなしの運用上最も好ましい型式としてこの形をあげている。

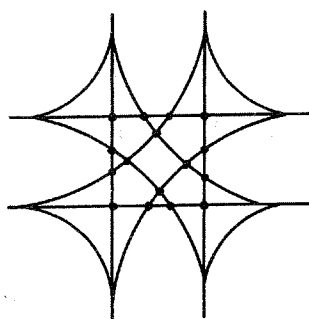


図-3.12 動線交点

しかし 4 層型となることは、用地面積では特に多くないが、多層交差における構造物工費がかなりのウェイトを占め、また縦断線形的にも問題がある。道路を 2 層重ねた場合、上下車道の高さの差は、すでに述べたようにほぼ 7.0 m は必要とされる。したがって、4 層の場合、最下段から最上段までほぼ 20 m の高低差がある。これだけの高低差を処理するためには、地形の助けを借りられない場合には、かなり設計的に困難なものとなる。特に最下段を地平とし、最上段を 20 m の上空へ持ち上げることは、前後の取り付け関係にも無理が生じ、結局少くとも最下段は地平より下へ下ろさねばならなくなる。そのため排水上の問題等も生じて来る。これらの細部については、才 4 章の標準設計において、あらためて詳細に論じたい。

なお、本章で画かれている図形は、標準設計その他既往の設計資料を参照し、ランプ設計速度 40 ~ 50 Km/h、本線設計速度 80 ~ 100 Km/h を想定し、平

\* [ ] は巻末付録「インターチェンジ型式基本図形集」の番号と同一

面線形および縦断線形を考慮に入れ、相対的な関係がほぼ実際に近いものとなるように画いた。

〔特徴〕 ①利点：運用上原則的で明快、用地面積が多くない、

②欠点：建設費が大

③この型式の特徴を発揮することのできる条件：直交または斜交した高速道路交差、ランプ交通量が各象限ともあまり差のない場合、地形が4層に適している都心部

[2] 4SS(out)：SS外廻り2組の組合わせで、4象限対象型である。SS外廻りは、前章(2-4-2ランプ結合の組合わせ)で示したように、対向するSS結合が相互に交差するため、各対向象限で2箇所ずつ、計4箇の交差がさらに加わり、28箇の交差となる。しかしこれは動線をそれぞれ独立とした場合の数であつて、実際には、本線車道とランプの分岐前に交差があるなどで、実際の交差構造物はもつと少ない。階層は2層2箇の組合わせであるから、全体としても2層となる。

この型式は「タービン型」と称されて、米国でChicagoのCongress Expresswayに作られているのを始め、近年次第に広まりつつある。東名高速道路の東京外郭環状道路との交差インターチェンジは、この型式で計画されており、運用上の利点の多いことから、今後かなりわが国でも実現の可能性のある型といえる、線形的にはいろいろな形があるが、基本図形集に掲げた形が同一面積内でもつとも平面線形の良い形である。この図形に見られるように、この型式を「ともえ型」という名で呼ぶことを提唱したい。

標準図では、合流部はMM-1(外側2箇所合流)として画いているが、交通運用の安全を高める上から、これをMM-2(外側1箇所合流)にあらためることとは線形的には容易である。本線交角が斜角であると狭角部のSSランプが線形的に苦しくなり、迂回距離も長くなる。

〔特徴〕 ①運用上良好、構造物費中程度

②用地面積大、走行距離大

③比較的直交した高速道路交差、ランプ交通量が各象限ともあまり差のない場合、ある程度用地を使用しうる郊外部。

[3] 2SS(in)2SS(out)：外廻りと内廻りの組合わせである。内廻りは対向配置において3層構造となり、外廻りは2層であるから、全体として3層構造となる。4SS(in)と4SS(out)の中間的な型式で、両者の利点欠点をそれぞれ持つ。この型式は、典型的な形としては、まだ計画されたり、紹介さ

れた例はないようである。

このように、2組の異なるランプ結合の組み合わせによる型式はその特徴を巧く生かすことが必要である。この場合には、図-3.13のように斜め交差に使用するとき効果的である。広

角象限( $W \rightarrow S$ と $E \rightarrow N$ 方向)にSS(out)を用いることは、線形、面積および迂回距離において有利であり、一方SS(in)を狭角象限に用いることはその性質上適当であるから、全体として、線形、面積、迂回距離において妥当なものとなる。しかし、一般に狭角部の交通量は、

他のより近い連絡路(他のインターチェンジ等)を用いること

が多いため、比較的少量なことが多い。そのような場合には、少量の交通のために3層交差とすることは過大な設計であるともいえる。そのため、この型式は斜め交差であるが、連絡交通が各象限とも大なる場合に適切なものとなる。

また一般的にこの形が3層交差であることは、実用性の上からも特徴的である。すでに述べたように4層交差を平地部の地形的に高低差のない所で使用することは、地下構造部分を含むこととなり、工費的にも問題が多いが、3層構造は平坦な地形でも地下構造部なしに設計しうる。そのため用地面積をあまり過大としないことを必要とするときに3層構造は適用されるチャンスが多く、この型式もまた実用性がある。

〔特徴〕①、②4SS(in)と4SS(out)の利点、欠点の中間的存在、

③斜め交差でかつ連絡交通がすべてかなり多いとき。用地面積を過大としないことを必要とする郊外部。

[4] 2SS(out)・2SS(out) — 2W<sup>\*</sup> : 4SS(out)で一方の本線車道において、ターミナル結合をMD-1とし、外側織り込みを挿入したものである。極めて特殊なものであるが、一方の道路に対して偏平な用地しかとり

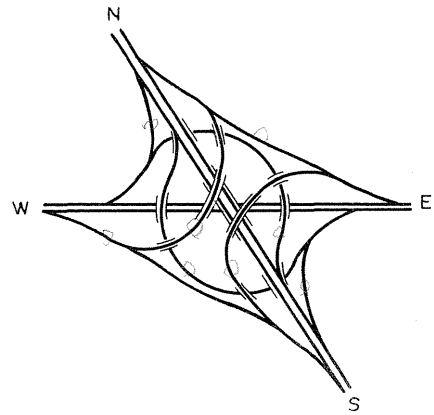


図-3.13 斜め交差の  
2SS(in)2SS(out)

\*同一のランプ組合せで、織り込みを伴った変形に対しては、織り込みの数を後に付して区別する。

得ない場合には考慮し得よう。これは後に示す「織り込み型」に変形した場合にさらに特徴的となる。

〔特徴〕 ①運用的に特になし、

②織り込みあり、平面線形も小さい。

③一方が高速道路でその横に沿った土地が利用でき、他方は高速道路または一般道路のとき。

## (2) S S・S D 型式

S S・S D の組合わせは、一方の道路に対しては外側分流、外側合流となるので、本線断面が標準形となり、他の一方が内側合流があるため広分離構造となる。この型式は内廻りと外廻りの組合わせによつて4箇の基本型がある。

[5] 2 S S (in) 2 S D (in) : 4 S S (in) の型の一組の対向ランプの合流部を内側合流に変えた型といえる。内側合流の意義は、その交通の多いときに発揮されるが、4層交差を必要とするのは、すべての連絡交通がかなりの交通量を有するときである。したがつて、この型式が是認されるような条件は極めて少ないであろう。強いていえば、一方は標準型とすべき高速道路、他方は広分離構造を許すことのできる低規格の高速道路の交わる都市部に、その適用の可能性が見出されるかも知れない。

[6] 2 S S (in)・2 S D (out) : S D 結合を外廻りに変えたもので、3層構造となる。S D の外廻りは合流側の分離幅が非常に広くなるが、それに組合わされるS S結合がさらにその外側に広がり、用地面積は非常に大きくなり、なおかつ3層構造による構造物工費の増大は免れない。したがつて、工費、面積とも多くなり、この型式の利点というものは見出せない。

[7] 2 S S (out)・2 S D (in) : 前者の逆の組合わせであり、S D 結合が内廻りとなつてゐるから、分離幅はそれほど大きくない。この型式は[3]の2 S S (in)・2 S S (out)の変形とも考えられよう。その点からすると、これはS S結合を広角に用いた斜め交差の場合に適合すると一見考えられよう。その場合、S D (in)が狭角連結にあてられることになる。しかし内側合分流はその交通がかなり優勢のときに用いられるのが好ましいものであるから、それがこの場合のように狭角連結に用いられるのは、その連絡交通が一般に少ないことからして、一種の矛盾を免れない。したがつて交角と連絡交通の関係が逆な、極めて特殊な場合を除いては適用される条件はないといえる。

[8] 2 S S (out)・2 S D (out) : 2層交差型式である。標準型(直角交差)では広面積を有するS D (out)のさらに外側に同じく広面積を有する外廻りS S

を重ねたものであるから、面積が非常に大きくなり、構造物の少ない利点を補ない得ない。しかし斜角交差では、SS(out)を広角部に使用すれば、狭角部はSD(out)となるが、図-3・14に示すように、広角部の左折連結路をSS(out)の内側を通すなどの処理を行なうことによつて、後に示す、DS(out)SD(out)の型式などに比較

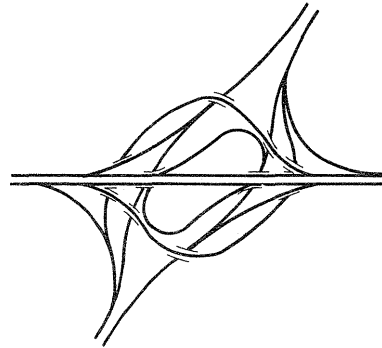


図-3.14 斜め交差の  
2SS(out) 2SD(out)

して、面積はあまり変らないで設計できる。織り込みのないことは容量的にも優れている。したがつて、一方が標準形的高速道路であり、他方が、広分離帯を許容する準高速道路では交通の少ないランプの内側流入を認めるならば、その適用は考慮し得よう。

【特徴】 ③高速道路と準高速道路が斜め交差する郊外部

(3) SS・DS型式

SS・DS型式の裏返しであり、同じくつぎの4基本型がある。

[9] 2SS(in)・2DS(in)

[10] 2SS(in)・2DS(out)

[11] 2SS(out)・2DS(in)

[12] 2SS(out)・2DS(out)

これらの型式の持つ特徴は一般的には2SS・2SDの場合と基本的に同一である。ただ内側流出となることが運用上一層問題である。特に[9]および[11]のようなDSの内回り型式では、左右2箇所の分流点を引き離し、所要の判断距離をとることを、意識的に行なわないと困難である。これに対して、DS(out)の場合は、標準的な設計で、すでにある程度の分流端間の距離をとることができる。

結論的に、SS・DS型式で実際に設計検討の対象となりうる型式は、前と同様、2層交差の2SS(out)2DS(out)であり、交差角が、図-3・14と逆になつた場合に適用し得よう。

(4) DS・SD型式

内回りと外回りの組合わせで4基本型式がある。一方の道路に対しては外側分合流、一方の道路にはすべて内側分合流となる。したがつて一方は標準形、他方は広



分離形の道路となる。

- [13]  $2DS(in)2SD(in)$  : 点対称形であるが、同時に線対称形でもある4層構造である。交差道路の性格が異なる場合で、かつ連絡交通が非常に多い都市部インターチェンジにその適応性が見出されよう。アメリカに実施制がある(次章図-4.9参照)

〔特徴〕 ③設計速度の高い高速道路と設計速度が低い高速道路(準高速道路)が交差する都市部。

- [14]  $2DS(in)2SD(out)$  : 3層構造である、 $DS(in)$ の分流部は、 $SD(out)$ のために広げられた余地を利用できるので、[6] $2SS(in)2SD(out)$ や[10] $2SS(in)2DS(out)$ よりは面積は少なくなる。したがって、図-3.15のような斜め交差に利用される機会は考えられる。その際、同図左上のように3層交差とすることの他、右下のように2層で処理することもできる。 $DS$ 結合は、 $SS$ 結合または、 $SD$ 結合と異なり、あまり面積の増大なく3層から2層に変えることができることは、3-3-2、図-3.7で論じたところである。

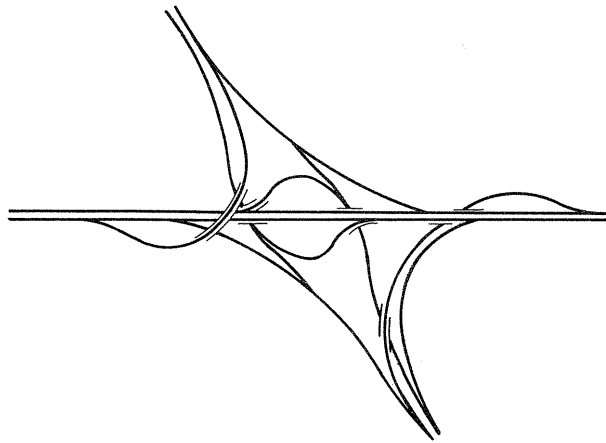


図-3.15 斜め交差の $2DS(in)2SD(out)$

〔特徴〕 ③高速道路と準高速道路の斜め交差する郊外部

- [15]  $2DS(out)2SD(in)$  : 上の裏返し型式である。

図-3.15と反対側に傾いた斜め交差に適応する。ただし2層交差とすることは得策でない。

- [16]  $2DS(out)2SD(out)$  : 内側織り込み(MD-3)の発生する型式であるが、一方の内側合流(または分流)のために必要な広分離部分を他方が利用しうるために、(一方のみの場合よりある程度面積はふえるが、)広分離構造

としては、実用性の高い型式である。直角交差でも、また斜め交差にも適用し得

る。ただランプ交通量が多いと織り込み区間が容量上の隘路となり、またこれを長くすると広分離区間が長くなり面積が過大となる。

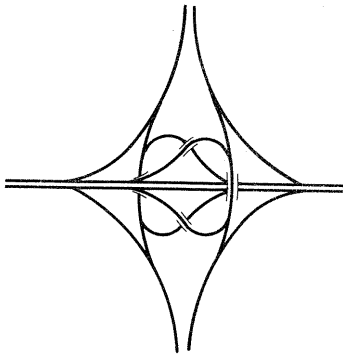


図-3.16 3層構造の2DS(out)  
2SD(out)

米国文献<sup>(4)</sup>には、図-3・16に示すようなこの型式で3層構造である例も示されている。これはたまたま、広分離構造の本線往復車道の一方が下を通り、他方は上を通るという極めて特殊な場合である、その他の場合にも、外廻り同士の組合せでも3層とすることもできる。しかしそのような形は一般には利点がないから、本論文では外廻りは2層、内廻りは3層として、論ずることとし

ている。

〔特徴〕 ①交差構造物が少ない。面積は中程度

②織り込みがあり、容量小

③高速道路と準高速道路の交差で連絡交通の少ない郊外部

#### (5) DD・DD型式

[17] 4DD(in)： 古典的なインターチェンジ型式である。米国で幾つかの例があり、初期に作られたもの(Detroit市の例)は分流部および合流部で、左右への分流端および左右からの合流端がそれぞれ近過ぎ、運用上の問題を起している。<sup>(5)</sup>これに対して2つの分岐端の間隔をとつた改良されたものも出現している(Texas州Fortworth)。

交差する両本線ともに広分離構造となるところが、一般にDD・DD型式の欠点である。連絡交差がすべての象限について極めて多く、かつ4層構造を是とする都市部インターチェンジに適応性を見出す機会があるかも知れない。

[18] 2DD(in)2DD(out)： 3層構造である。DD(out)はこれを広角部に使用した斜め交差に適していることはさきに述べた(2-3-2、図-2・10)。組合わせの相手のDD(in)は狭角部にも適しているから、全体として斜め交差に具合がよい。

〔特徴〕 ③連絡交通の多い準高速道路相互の斜交差の郊外部。

[19] 4DD(out)： 幾つかの文献に散見されるので掲げたが、幾何学的には可能であつても、現実のインターチェンジ型式としては無意味である。両本線車道とも広く分離し、すべての方向の本線車道が縦断的に波を打つ。

[20]  $4DD(out)-2W-$  : 一方の本線に対して、ターミナル結合を $MD-3$  (内側織り込み)としたものである。

[21]  $4DD(out)-4W-$  : 両本線とも内側織り込みとしたものである。図から明らかなように、単独のインターチェンジとしてのまとまりに入るものではない。むしろ一方車道による格子状道路網における連結方式と見なすべきである。

[20] もそのような観点で見るとべき性質の型式である。

[22]  $2DD(in) \cdot 2SD(in)$  4層構造

[23]  $2DD(in) \cdot 2SD(out)$  3層構造

[24]  $2DD(out) \cdot 2SD(in)$  3層構造

[25]  $2DD(out) \cdot 2SD(out)$  : 2層構造、織り込みあり、

$SS \cdot SD$ あるいは $DS \cdot SD$ の変型と考えられよう。しかし両通過車道とも広分離となるため、 $SS \cdot SD$ あるいは $DS \cdot SD$ に比して有利な条件が見られない。

わずかに、 $2DD(out) \cdot 2SD(out)$ が、 $DD$ を広角部に用いた斜め交差で検討の可能性を残す程度であろう。しかし織り込みがある。

#### (7) $DD \cdot DS$ 型式

[26]  $2DD(in)2DS(in)$  : 4層構造

[27]  $2DD(in)2DS(out)$  : 3層構造

[28]  $2DD(out)2DS(in)$  : 3層構造

[29]  $2DD(out)2DS(out)$  : 2層構造、織り込みあり、

$DD \cdot SD$ 型式の裏返しである。同様に $2DD(out)2DS(out)$ の斜め交差における可能性を残し、ほとんど適応性がない。

#### (8) $DD \cdot SS$ 型式

[30]  $2DD(in)2SS(in)$  : 4層構造

[31]  $2DD(in)2SS(out)$  : 3層構造

[32]  $2DD(out)2SS(in)$  : 3層構造

[33]  $2DD(out)2SS(out)$  : 2層構造

$DD \cdot SD$ や $DD \cdot DS$ に比べても、さらに適応性は少ない。 $2DD(out)2SS(out)$ の場合でも、 $DD(out)$ に有利な斜交差では、狭角部が、それに不利な $SS(out)$ となり利点がない。

#### (9) $DS \cdot DS$ 型式

[34]  $4DS(in)$  : 4象限対称、4層構造

[35]  $4DS(out)$  : 4象限対称、2層構造

[36]  $2DS(in)2DS(out)$  : 3層構造

交通量的には、SS・SSまたは、DD・DDのように、すべてのランプ交通が  
一様に大きい場合に適合するわけであるが、4DS(out)では面積が過大に過ぎ、  
他の型式も適応性はない。

(10) SD・SD型式

[37] 4SD(in) : 4象限対称4層構造

[38] 4SD(out) : 4象限対称2層構造

[39] 2SD(in)2SD(out) : 3層構造

DS・DSの裏返しであり、同じく適応性はない。

(11) L・L型式

[40] 4L : いわゆるクローバー型である。隣接象限との間に織り込みを生ずる。

交通量が多いと、織り込み区間長を長くするため、結果的に葉形が大きくなる。

しかし、交差本線がいずれも標準断面(狭分離帯)でよいことは、これまで見て  
来た広分離構造に比べればはるかに適応性は高い。しかし、斜め交差では、広  
角部の面積が過大となる傾向があり、直交の場合に適合する。

織り込みによる本線交通量に対する影響と容量の不足を補うために、基本図  
形に見られるように、集散路を設ける場合もある。そのことにより流出入口も1  
箇所となる。

〔特徴〕 ①構造物が少ない。(両本線に集散路を入れたときなどは必ずしも  
そうとはいえない。)

②織り込みがある。面積が大きい。迂回距離が大きい。

③連絡交通の少ない高速道路または準高速道路間の交差。用地の容  
易にとれる郊外部での直交交差。

(12) SS・L型式

両車道とも標準断面でよく、またループは対向配置であるから織り込みは起らず、  
一般に実用性が高い。ループは、隣接象限のランプ結合との相対的位置関係により  
変化を生ずる、使宜上、中央(center)、内側(inside)および外側(outside)  
と区別をしておく。SS・L型式はこれらの組合わせにより合計8箇の基本型式が  
ある。

[41] 2SS(in)2L(center) : ループをSS内回りランプの間に配置

したもので、3層構造となる。基本図形集に示すように、分流側をDD-2

(外側1箇所出口)とすることもできるし、運用上の利点を減じて、工費節約

をなし、DD-1(外側2箇所出口)とすることもできる。ループは狭角部に

用いるのが合理的であることは、さきに述べた通りであるが、この場合にもそ

れはあてはまる。その際  $SS(in)$  は 2 層構造とすることもでき、またそのこと

により、交差構造物の斜度を若干でも軽減できる(図 3・17)。

〔特徴〕 ③一組の対向象限を結ぶ連絡交通が多く、他方の一組の連絡交通の少ない場合の高速道路相互の交差。直交または斜交。

[42]  $2SS(in) \cdot 2L(in)$ : ループを  $SS(in)$  の内側へ入れたものである。

[41] の  $2SS(in) 2L(center)$  に

くらべると、i)  $SS(in)$  の 3 層構造物が完全に一箇所に集中するため、構造的に

困難性を増すこと、ii) ループが側方に押しやられるため、迂回距離が増すこと(直交の場合ではほぼ 100m 増)、iii) 全体として若干用地が増す(直交標準形の場合で)こと、などの不利がある。

ループを狭角部に用いると、 $SS$  ランプの交差構造物の斜角がひどくなる欠点もある。構造的な合理性からすると、図 3・18 のように、ループが広角部へ来る場合がまとまつた形が得られるが、広角部の交通量が多いという一般性から考えると、そのような交通にループを用いることの不合理は免れない。実際に適用される機会は少ないであろう。

[43]  $2SS(in) 2L(out)$ : [42] の裏返しである。したがって同じ欠点を持つている。しかも [42] の場合は、ループに対する本線分流部で 1 箇所出口とすることは比較的容易であるが、この場合は、かなりの長距離にわたり集散路(分離平行ランプ)を設けねばならない。(基本図形集 [42] および [43] 参照)。したがって、これはさらに適応性の少ない型式であるといえる。

[44]  $2SS(out) 2L(center)$ : これまでの [41] ~ [43] が  $SS$  内迴りを使用した型式であるために、すべて原則的に 3 層構造であつたのに対して、これ

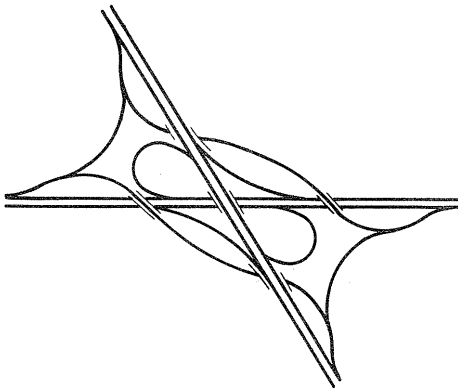


図-3.17  $2SS(in) 2L(center)$  斜め交差 (2 層構造)

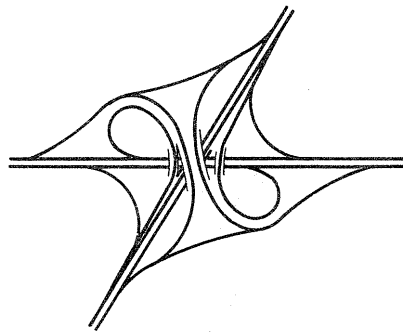


図-3.18  $2SS(in) 2L(in)$  斜め交差

以後はすべてSS外廻りとの組合わせであるから2層構造となる。この2SS(out)2L(center)は標準型ではループのない象限で必要となる面積が比較的大きくなる。むしろ斜め交差の場合の方が面積が少ない。かつ迂回距離が短くなり、構造物についてはSSランプ相互の交差は直角に近くなる(本線交差部は斜めになるが、)など、利点が多い(図-3・19)。

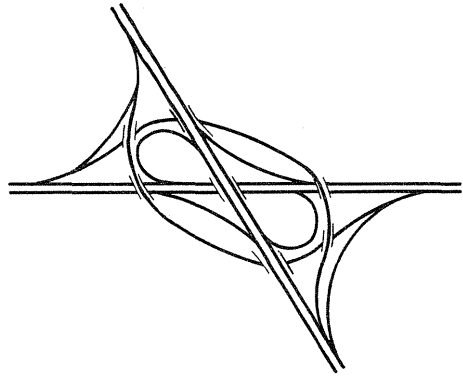


図-3.19 2SS(out)2L(center)斜め交差

〔特徴〕③広角部の連絡交通が多く、  
狭角部の連絡交通の少ない  
高速道路相互の  
斜交差に適する。

[45] 2SS(out)2L(in): ループが側方へ押しやられるため、面積が大きくなり、ループの迂回距離も[43]に比し大きくなる。しかし斜め交差(図-3・

20)やループの大きいときは[44]の方がSSランプの迂回距離が長い。これらの点から、条件によつて[44]と[45]は優劣があらそわれよう。中央高速道路の東京外環道路との交差部は、この[45]で計画されている。

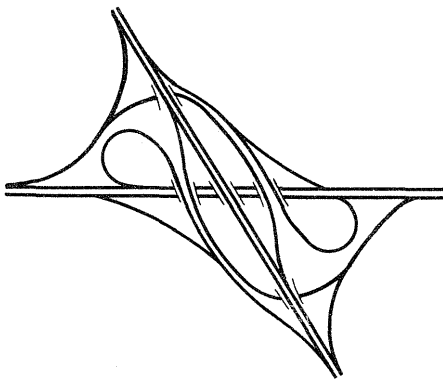


図-3.20 2SS(out)2L(in)斜め交差

なお、次章で、SS・SSおよびSS・L型式のうち、利用価値の高いと考えられる2層および3層型のものについて、標準設計によるより詳細な検討を行なう。これらは交差する道路が標準断面(狭分離帯)でよく、かつ織り込みのない型式である。

[46] 2SS(out)2L(in)-2W-: [45]のターミナル結合の一部を変え、織り込みを許容したものである。その結果交差構造物が顕著に減少する。これらの点から、一方の道路が規格の低い道路の交差部に適するであろう。また両者とも規格の低い道路の交差の場合には、外側直結路の線形の程度を落すなどして、用地面積を過大にしないようにすることができる。特に斜め交差部はその特性を

生かし適応性が高い(図-3・21)。

〔特徴〕 ①構造物工費が少ない。用地面積中程度。

②織り込みを生ずる。

③高速道路と準高速道路または一般道路との交差。または、準高速道路または一般道路の相互間の交差。斜め交差に適する。

[47] 2SS(out)2L(out) : [45]の裏返しである。[43]の2SS(in)2L(out)の場合と同様、一箇所出口となり難い。斜め交差の場合も、DS(out)やSD(out)を用いる場合のように、特定の方向の傾斜に対して有利であるというようなことがないから、結論的に[45]2SS(out)2L(in)によつて替わる機会はない。

[48] 2SS(out)2L(out)-2W- : [46]の裏返しである。いずれの道路に織り込みを置いてもかまわない場合には、[48]は織り込みのない方の道路が通常2箇所分流方式(DD-1)となるのに対し、[46]は1箇所分流であるから、[48]の利点はない。ただ織り込みを置かない道路を指定するとき(一方が高速道路があるようなとき)で、交差道路や連絡交通に方向性のあるときは、その方向によつて、[46]と[48]の適用条件が定まる。図-3・21および図-3・22に見られるように、W-E方向を高速道路とすると、道路がNWおよびSE方向に傾いており、N-E、W-Sの交通が多いときは、[46]の2SS(out)2L(in)-2W-が適用されるべきであり、その逆方向の傾きのときは、[48]の2

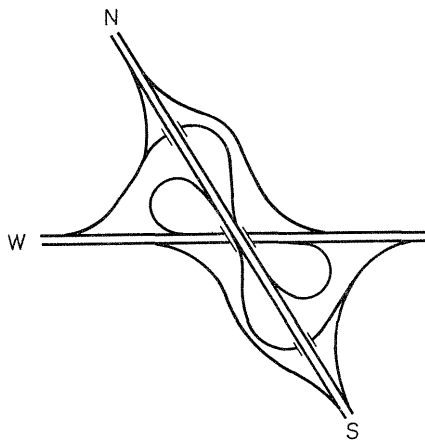


図-3.21 2SS(out)2L(in)  
-2W-の斜め交差

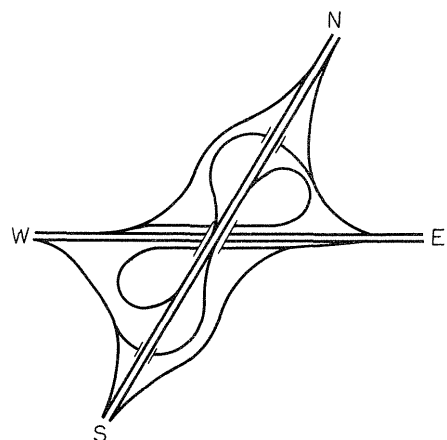


図-3.22 2SS(out)2L(out)  
-2W-の斜め交差

SS(out)2L(out)－2W－を適用するのが妥当である。その場合、必要があれば図－3・22にあるような集散路（平行ランプ）が設けられることとなる。

### (13) SD・L 型式

SDとLの組合わせは合計で5型式がある。交差本線の一方は標準断面、他方は広分離断面となる。

[49] 2DS(in)2L(in)： 3層構造である。SDを用いる方向の連絡交通が非常に多く、Lを用いる方向の交通が非常に少ない場合が条件的に考慮されよう。Lを狭角部に用いた斜め交差に適する。[51]の2SD(out)2L(in)と比較し、用地面積は少ないが、構造物工費が高くなるから、用地条件により、その適否が定まる。

〔特徴〕 高速道路と準高速道路とが斜交差する都市部または郊外部。

[50] 2SD(in)2L(out)： 上の型式[49]とループの位置が異なる。それと比較して、i) ループの迂回距離が長い。ii) ループを出口一箇所方式にし難い。iii) 面積が大きい、等の不利があり、適応性がない。

[51] 2SD(out)2L(in)： 2層構造である。斜め交差では、広角部にDSランプが、狭角部にループが来るから、互いにその長所が発揮できる。（図－3・23）。

ただ広分離道路側で合流、分流のターミナルが連続するから、それを十分に分離しようとする工費が増大する。広分離道路の規格の低いときに適合する。その場合には、ターミナルの近接はそれほど重要でなくなる。かなり適応性の高い型式である。

〔特徴〕 高速道路と準高速または一般道路が斜交差する郊外部。

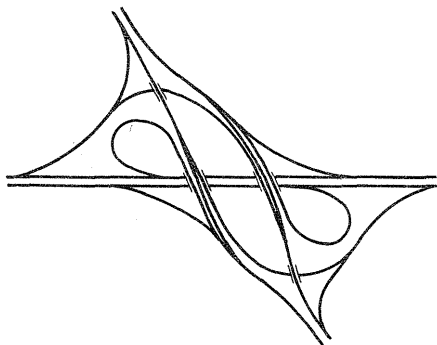


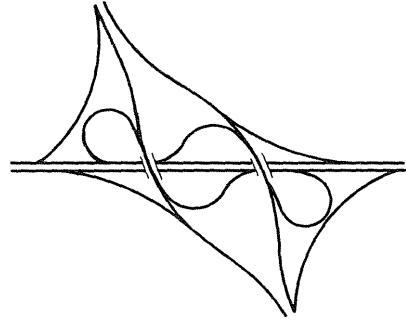
図-3.23 2SD(out)2L(in)の斜め交差

[52] 2SD(out)2L(out)： 上の型式とループの位置の相違であるが、適合条件は同じであるのに、[50]でのべたと同様の不利があり、結果的に適応性がない。

[53] 2SD(out)2L(out)－2W－： [51]の標準断面型本線におけるターミナル結合を変え、織り込みを入れたものである。直交では、DS(out)によつて広がった本線のさらに外側にループがつくので、面積が広大なものとなるが、斜め交差ではDSとLとの長所が重なり、広分離側の本線の線形のいかに



もよるが、[46]の2SD(out)2L(in)-2W-の斜交差の場合と比べても、面積もほぼ等しいかまたは少なくなり、またSDの迂回距離もより短い(図-3.24)。ただ標準断面の本線に織り込みが入るから、高速道路には不適である。条件によつて適応性がある。



〔特徴〕 ①構造物工費が少ない。

用地費中程度。

②織り込みおよび内側合

流がある。一方の本線線形にS型曲線が入る。

③準高速道路または一般道路の相互間の斜め交差。

図-3.24 2SD(out)2L(out)-2W-の斜め交差

#### (14) SD・L型式

SD・Lの場合と全く同じく5型式がある。

[54] 2DS(in)2L(in) : 3層構造

[55] 2DS(in)2L(out) : 3層構造

[56] 2DS(out)2L(in) : 2層構造

[57] 2DS(out)2L(out) : 2層構造

[58] 2DS(out)2L(out)-2W- : 2層構造

これらはすべて、一方の道路について内側合流でなくて内側分流であることを除けば、SD・Lのそれぞれに対応する同様の特性を持っている。また[48]でも論じたように、SD・Lと逆の方向性を持つときに適用される。したがって、[54],[56]および[58]の適応性が高い。

#### (15) DD・L型式

両本線車道とも広分離型となり、2型式がある。

[59] 2DD(in)2L : 3層交差である。DD結合は迂回距離が短い(実際にはマイナス値をとる)から、この方向の交通の多いときや、ループを狭角部に入れた斜め交差に適応性を発見できよう。しかし、両本線とも広分離で、かつ3層でループを持つのは、全体として効果的な形態ではない。

[60] 2DD(out)2L : 2層型である。DD(out)はそれを広角部に用いるときに面積が少なく、その場合ループは狭角部へ来るから、斜め交差には適している。しかし、同様な2SD(out)2L(in)や2DS(out)2L(in)

などに比べれば面積も大きく、両車道とも広分離なのは適応性を低める。米国の Des Moines 市の国道交差に計画されている。

### 3-3-4 本線交換型

特殊な型式として、本線交換型がある。これは本線の往復車道を入れ替えることによつて、i) 交差構造物を減少すること、ii) 用地を減少すること、iii) 構造物階層を減少することなどの目的を達しようとするものである。これらの目的の意味からしてインターチェンジ型式のうち、本線交換を行なうことによつて何らかの利益を得られる型式は、特定のランプ結合の組合わせの場合に限定される。つぎに順次その型式を見ながら、その優劣を論じよう。

[61] [4DD(in)]-1: 基本図形に見られるように、両本線とも入れ換えられている。正規の4DD(in)は16箇の交差を持つが、ここでは8箇に集約されている。しかしそのことは必ずしも構造物工費の節約をただちには意味しないであろう。なぜならば、減少した交差はランプと本線との交差およびランプ相互の交差であるのに対して、新たに4箇の本線相互の交差が増加しているからである。これは本線幅員とランプ幅員に著しい開きがあるときに特にそうである。また、都市内高速道路のように、ほとんどすべて高架構造物によつて道路が形作られる場合にも、交差の減少はそれほど工費に影響をしない。

このように見てくると、その意義は交差階層の減少と用地の減少の可能性によつてくる。交差階層については、縦断図を図-3・25に示したとおり、一方の本線を1階(地平)に他方の本線を2階(約7.0m上層)に通したとき、最上階は2.5階、最下階は-0.5階となり、3層構造として処理できる。このことによつて構造物工費の減少が期待でき、また線形のとり方によつては面積も減少し得

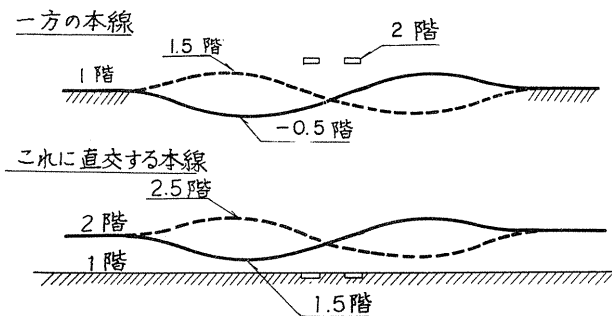


図-3.25 本線交換(4DD(in))  
の本線縦断線形

る。この型式はR.Schumacherが地下鉄の交差方式として紹介しており、<sup>(6)</sup>また英国でも都市高速道路への適用が考えられている。<sup>(7)</sup>いずれにせよ、この種本線交換型式は、本線自体が平面的および縦断的になり動くから、設計規格の低い高速道路でなければ、いたずらに拡散して本来の目的に

沿うとできない。アメリカのBaltimore市に拡散して2層となつている実施例がある。

[62] [4DD(in)]-2: [61]で片方の本線のみを交換型としたものである。

この場合には交差は12箇所となる。正規型[17]と[61]の中間的な条件で適応性がある。

[63] [2DS(out)2SD(out)]: 片方の本線のみを交換型とし、他方の本線が標準型の場合で、ループを用いない型にこの型式がある。正規型[16]が交差8箇所であつたのが6箇所にはなつているが、本線相互交差がふえていることや、形のひろがりから見て、実効があるかどうか疑わしい。

[64] [2SD(out)L(in)]: DD、DS、SDとLとの組合わせによつても本線交換型ができるが、あまり実際的なものはない。この型[64]は米国文献からわが国にも紹介されている<sup>(8)</sup>ものであるが、正規型[51]が10箇の交差であるのに、これも同じく10箇でしかも本線相互交差は4箇から6箇へ増加している。ただ面積および階層(2.5階)の点で[51]と[49]2SD(in)2L(in)との中間的存在であるともいえる。適用には、本線の線形の悪化の許容程度が大きく支配することとなる。

[65] [2SD(in)2L(out)]: この場合は正規型[52]にくらべて、交差数は10箇から6箇に減少している。[62]と同様、斜め交差にも適用できる。

[66] [2DS(out)2L(in)]:

[67] [2DS(out)2L(out)]: それぞれ[62]、[63]の裏返しである。交通および交差の方向性に対する適応が逆になる。

この他、[65]および[67]でSDまたはDSLランプをDDに変えた形もあるが、正規型と交差数は変わらず、実用的でない。ループを含む型式に共通して言うことができるが、本線交換という、いわば非常手段を用いなければならない場合は、土地が限られている等の限定条件がある筈であるが、そのような場所で面積を要するループが含まれているところに基本的な矛盾があるといえる。

[67] 本線積層型[4DD(in)]: 本線の入れ換えをさらに徹底したものとして、本線を積み重ねる方法がある。一般部分で往復車道を上下2段に重ねるから、インターチェンジ部では4層となる。あるいはインターチェンジ部は本線入れ換え型を一部とり入れて3層で処理することも可能である。用地費14万円/坪以上となれば高架1層より2層の方が総工費が安いという報告もあり、<sup>(9)</sup>もつぱら用地費に依存して、その適否が定まる。

点対称型は、インターチェンジ型式の基本形であつて、対向象限の右折動線に対して同一のランプ結合を用いた1組があり、このようなランプ結合が2組重ね合わせられることによつて、1箇の4枝交差インターチェンジが形成される。この場合組合わせた2組のランプ結合の持つ特性が相互に干渉し、ある場合は、よい条件が重なり合つて利用価値の高い型式となり、ある場合にはそれぞれのランプ結合の不利な条件が重なつて、適応性の少ない型式が形成される。これらの点について、これまで見て来た68の型式の個々の特質から共通的な結論を引き出すとつぎのようである。

i) 両本線車道とも分離帯構造が狭分離帯型となる結合型式は最も利用価値が高い。

これは外側分流、外側合流の動線結合を持つランプ、S SおよびLの組合わせ、すなわちS S・S S、S S・LおよびL・Lにおいて実現される。これは2つの利点を持つている。その1は外側分流、外側合流であるため、高速道路の運用上、基本的に好ましい型式であることである。第2には、分離帯が狭分離帯でよいことである。わが国の用地の一般事情からして、高速道路が広分離帯形式をとることはなく、したがつてインターチェンジにおいて広分離構造となることは、一般に本線に不必要なS型曲線を導入しなければならず、特にインターチェンジ内の分、合流部に小さい曲線形が入ることは運用上好ましくない。

ii) 広分離帯構造は規格の低い道路に適用されるべきである。

広分離帯構造とする必要性は、内側分流または合流のランプ結合が挿入されるためである。したがつて、高速道路の慣用的な出入方法と異なり、かつ事故率の高いこれらの結合方式は、設計規格の高い高速道路に原則的に適用されるべきでない。その上、インターチェンジ区間でのみ広分離区間とするとときは、規格の高い道路ほど、広分離のための本線のS型曲線が大きくなり、それに伴つて用地の増加が大きくなる。

iii) 広分離帯構造となるときには、その分離帯内の用地が有効に利用し得られるような結合方式が利用価値が高い。

ある一つのランプ結合のために広分離構造となつたならば、その余地が他の内側分、合流のランプに有効に利用されると、用地の効率上好ましい。4 D D (in) 型式は両本線が広分離のときに、またD S・S D型式の各組合わせは、一方の本線が広分離のときに有効な型式である。

これに反して、広分離帯構造でさらにその外側にランプが接続するような型式は、用地をいたずらに広くとる点で、適応性がほとんどない。このことはインターチェンジ部分でのみ広分離構造とする場合のみならず、米国のように用地を十分に広くとれ、そのため標準的に広分離構造としている高速道路の場合にもあてはまること

である。

これらの点から、両本線とも広分離でかつその外側にランプの接続する型式となる、DD・SS、DS・DSおよびSD・SD型式や、一本の本線についてのみそうである、SS・SD、SS・DS、DD・SD、DD・DSなどの各型式にはそのような欠点があり、かつ他の特有の利点がないために、これらの各種型式が採用されるべき機会はほとんどない。

iv) 斜め交差には、広角象限、狭角象限にそれぞれ有利なランプ結合の組合わせによる型式が有利である。

斜め交差の広角象限の結合に適するランプ結合はSS(out)、SD(out) DS(out)およびDD(out)であり、狭角象限に適するのはL(ループ)である。したがって、これら相互の組合わせが斜め交差として最も推奨される。ただしこれはループによる迂回距離が大となることが全体として不利にならないという前提であつて、狭角部の交通も相当量になるときは、狭角部に用いることが線形その他の面に特に不利にならない他の結合〔DD(out)やSS(out)以外の結合〕が用いられよう。

v) 一つの基本ランプ結合の内廻りと外廻りの使いわけは、用地事情、交通量および交差角度と関連する。

点対称型式は例えばSS・SS型式またはDD・L型式といった一組の基本結合方式に対してそれぞれ外廻りと内廻りの組合わせがある。その場合交差階層は、外廻り(ループを含む)同士の組合わせでは2層構造に、外廻りと内廻りの組合わせは3層に、内廻り同士の組合わせは4層となる。一般に一つの基本結合方式においては交差階層が多くなるほど用地面積は少なくなる。交差階層が多いほど工費は多く要するから、どれをとるかは建設費に関しては基本的には用地費に依存している。

しかし内廻りは迂回距離が短いから、交通量の多い場合には、走行経済上得策である。内廻りとすることで建設費が高くなつても、走行経済的に償なう場合がある。また交差角によつて、特に外廻りは狭角部に使用すると線形的に困難な場合が少なくないから、交差角の程度によつて、他の用地条件や交通条件が同じでも、最適型式が異なる場合が生ずる。

vD) 本線交換あるいは積層方式は、用地事情の非常に困難な地域で、かつ有効に用地を減じうる型式のときに適応性があり、また設計規格の低い高速道路の交差に有利である。

これらの方式が構造物工費を高めることは論をまたず、そのためそれに見合

うだけの用地を減じうる型式でなければならない。その点からすると、4 D D (in)以外の型式の適応性は極めて低い。また線形は平面ならびに縦断ともにかなり悪くしなければ有効でないから、それを許容しうる規格の道路であることが必要である。

vii) わが国で適用の可能性を持つ型式は、少なくとも一方の本線が狭分離帯構造となる型式にほぼ限られる。

すでに見たように、わが国では、広分離構造はインターチェンジの必要のために行なわれ、そのため低規格の道路（準高速道路、一般道路、都市高速道路）にのみ適用される。したがって、両車道とも狭分離帯である構造型式は、（規格の高い）高速道路相互のインターチェンジにも、また高速道路と低規格道路との交差のいずれの場合にも使用しうるし、一方のみ狭分離の型式は、高速道路と低規格道路との交差に適用される。これに対して、双方とも広分離の構造は低規格道路相互の交差に用いられることになるが、そのような場合には、むしろ平面交差に含んだダイヤモンド型等の狭分離型式を用いることが一般に可能であり、結果的に双方広分離型式の使用される可能性はほとんどない。ただ都市高速道路の相互インターチェンジには、内廻り型を用いた双方分離型も考えられるが、その場合も、土地利用の有効性から、4 D D (in)の正規型または本線交換型を除いては、適用の可能性は少ないであろう。

以上の点から、点対象型における一般的に適用可能な型式について総括的な一覧表を掲げる（表一三・二）。結局検討した68型式のうち、 $\frac{1}{3}$ の26型式が、わが国において適用の検討に値いすることが明らかとなつた。

またこれら68型式のうち、これまで日本および諸外国の実例および文献上において知り得たものは24種で、他の43種は筆者が本研究において独自に創案したものであり、実用性の高い上記26種のうちにも、8種が含まれている。

### 3-4 線対称型

#### 3-4-1 線対称型の線形的特性

点対称型が線形的にも交通的にも基礎的、一般的な型式であるのに対して、線対称型はやや特殊な形態に属するといつてよい。交通的には、一方の道路のある方向から交差する道路の両方向への連絡交通の多いときに用いられる（図一三・二六）。

線形的には、したがって、一本の道路に対して対称的となり、対向象限ではなくて隣

表 - 3・2 代表的点対称型式の適応性

図形 集%	型 式 名	分離帯幅		交差 階層	交差角 への 適応性	そ の 他 の 適 応 性
		一方	他方			
1	4SS(in)	狭	狭	4	直・斜	すべてのランプ交通の多い都心部
2	4SS(out)	狭	狭	2	直	すべてのランプ交通の多い郊外部
3	2SS(in) 2SS(out)	狭	狭	3	斜	すべてのランプ交通の多い郊外部
4	2SS(in) 2SS(out) - 2W-	狭	狭	2	直	高速道路に沿う偏平な土地利用、 高速と一般の交差
8	2SS(out) 2SD(out)	狭	広	2	斜	} すべてのランプ交通の多い郊外部 高速と一般の交差
1 2	2SS(out) 2DS(out)	狭	広	2	斜	
1 3	2DS(in) 2SD(in)	狭	広	4	直・斜	すべてのランプ交通の多い都心部
1 4	2DS(in) 2SD(out)	狭	広	3	斜	} 高速と一般の交差、都市部
1 5	2DS(out) 2SD(in)	狭	広	3	斜	
1 6	2DS(out) 2SD(out)	狭	広	2	直・斜	ランプ交通のあまり多くない郊外部 高速と一般の交差
1 7	4DD(in)	広	広	4	直・斜	} すべてのランプ交通の多い都心部 都市高速交差
6 1	4DD(in) 本線交換	広	広	3	直・斜	
6 2	4DD(in) 一部本線交換	広	広	3	直・斜	
4 0	4L	狭	狭	2	直	ランプ交通の平均した郊外部
4 1	2SS(in) 2L(center)	狭	狭	3	直・斜	広角部交通の多い都市・郊外部
4 2	2SS(in) 2L(in)	狭	狭	3	斜	狭角部交通の多い都市・郊外部
4 4	2SS(out) 2L(center)	狭	狭	2	斜	広角部交通の多い郊外部
4 5	2SS(out) 2L(in)	狭	狭	2	斜	広角部交通の多い郊外部
4 6	2SS(out) 2L(in) - 2W-	狭	狭	2	斜	} 広角部交通の多い郊外部 高速と一般の交差
4 8	2SS(out) 2L(out) - 2W-	狭	狭	2	斜	
4 9	2SD(in) 2L(in)	狭	広	3	斜	} 広角部交通の多い都市・郊外部
5 4	2DS(in) 2L(in)	狭	広	3	斜	
5 1	2SD(out) 2L(in)	狭	広	3	斜	} 広角部交通の多い都市・郊外部 高速と準高速の交差
5 6	2DS(out) 2L(in)	狭	広	3	斜	
5 3	2SD(out) 2L(out) - 2W-	狭	広	2	斜	} ランプ交通のあまり多くない、 郊外部・準高速と一般の交差
5 8	2DS(out) 2L(out) - 2W-	狭	広	2	斜	

接象限のランプと対称形をなす。その点から、点対称では一つのランプ結合方式に対

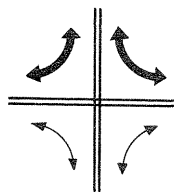


図-3.26 線対称型の  
ランプ交通

する内廻りと外廻りの区別は、対向ランプの動線が相互に切り合うか否かをもつて定義をしたが、線対称型ではそのような区分では区別できない。しかし点対称形が、実態的に外廻りは両本線の中心線交差部の外側をまわり2層構造で処理され、内廻りは交差部の内側をまわり3層構造となつてゐるから、その形をそのまま線対称の場合にも応用することとする。ただし内廻りについては、隣接象限との2本のランプの組合わせのみで4層となる。

これら各種ランプ結合の組合わせによつて各種の型式が形成されるが、線対称型では外廻り相互および内廻り相互の組合わせのみについて論ずることとし、内廻りと外廻りの組合わせは一切行なわないこととした。

これは外廻り相互の組合わせでは2層構造に、内廻り相互の組合わせでは4層構造となるのに対し、内廻りと外廻りとの合

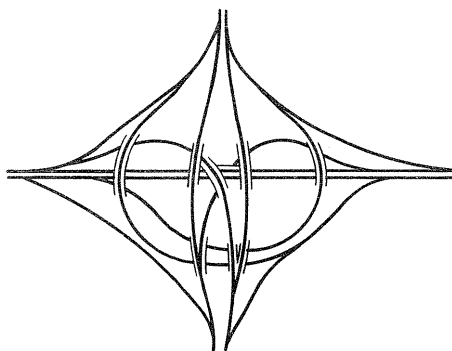


図-3.27 線対称の内廻り外廻り合成型の一例

成型は点対称の場合のように3層とはならず、図-3.27の例のように4層となるからである。4層となつてしかも面積が広くなるということは、全体的な評価として何の利益ももたらさない。以下この型をのそき、組合わせうるすべての型式につき考察を行なう。

### 3-4-2 線対称型式各論

#### (1) SS・DS、SD型式

線対称型式については基本図形集においてすべて縦方向(N-S)の車道を軸とした対称形に画いてある。

[69] 2SS(in)DS, SD(in): これは広分離道路を軸とする線対称4層構造である。広分離道路についていえば、上り線と下り線について分流合流方式が異つてくるところに運用上の問題がある。

[70] 2SS(out)DS, SD(out): すべて外廻りランプで構成され、2層構造となる。点対称の2SS(out)2SD(out)などに似た形態をもつが、



2本のSSランプがそれぞれ広面積を専有し、面積的に非実用的であることを免れない。

(2) SS・SD, DS型式

使用されるランプ結合は(1)と同じであるが、配列が異なる。(1)では、広分離道路に対して対称形となしていたのに対して、これは狭分離道路に対して対称となる。

[71] 2SS(in)SD, DS(in) : 横方向の広分離道路において、往復車道でターミナル結合方式が異なる。

[72] 2SS(out)SD, DS(out) : これまでの3型式([69]～[71])はすべて基本図形の上で、下側(S方向)から左右(WおよびE方向)を連絡する交通が多い場合に用いるべき形態であつた。この場合もまた、走行距離の点からは、内廻りであるSD, DSランプを用いる交通が多くなければ意味がない。ところがそのような大交通量に対して織り込みを生ずるこの型式は、ランプの配置に基本的な矛盾があるといえる。

(3) その他のループなし型式

これまで述べた型式以外で、ループを除く各ランプ結合の組合わせによる線対称型式は、いずれも両道路とも広分離構造となる。なお、DD(out)のランプが隣接象限に配置されたときは、ほとんど1インターチェンジの範囲を超えるものとなることはさきに述べた通りであるので、DDランプについては内廻りと他のランプ結合とが組んだ型式のみを取上げた。

[73] 2SS(in)2DD(in) : 4層構造

[74] SD, DS(in)DS, SD(in) : 4層構造

[75] SD, DS(out)DS, SD(out) : 2層構造

[76] SD, DS(in)2DD(in) : 4層構造

[77] DS, SD(in)2DD(in) : 4層構造

これらは何れも大同小異であつて、単に理論的に構成するという以上の何者もない。

(4) SS・L型式

これまでの各線対称型式に比すれば両車道とも狭分離構造である点などからしても、適応性の高い型式であるといえる。ただループが隣接するときは、必ず織り込みが生ずる点に基本的な問題がある。

[78] 2SS(in)2L(out) : 原則的にはSS(in)の組合わせは4層となるが、ループ上の上に重ねることをやめれば、基本図形に見られるように3層構造となる。同図右下の左折ランプ(外側直結路)は運用上の原則を破れば、破線の位置におくことができる。

いずれにせよ、広大な面積を必要とする所が問題である。

[79] 2SS(out)2L(out) : かなり適応性の高い形といえる。

むしろ線対称型式の中のほとんど唯一つの実用的な形式といつてもよいかも知れない。交通の多いN-E, N-Wに対してSSランプを用い、交通の少ないS-E, S-Wにループを用いるとすれば、線形上、走行上も合理的であり、面積もクローバー型に比し、大差はない。ただ斜め交差には向かない。

[80] 2SS(out)2L(in)-2W-

[81] 2SS(out)2L(out)-3W-

いずれも交通量の多い部分に織り込みの生ずる欠点がある。

(5) その他のループ付き型式

[82] SD, DS(in)2L(out) : 3層構造

[83] SD, DS(out)2L(in)-2W- : 2層構造

[84] SD, DS(out)2L(out)-2W- : 4層構造

[85] DS, SD(in)2L(out) : 3層構造

[86] DS, SD(out)2L(out) : 2層構造

[87] 2DD(in)2L(out) : 3層構造

[88] 2DD(in)2L(in) : 4層構造

最後の2型式は両車道広分離、その他は一方のみ広分離構造となる。特記すべき適応性はない。

3-4-3 線対称型の特性 — 要約 —

以上、線対称型式として考慮しうるすべての組合わせについて見て来たが、一、二、の型式を除いては適応性が極めて少ないことが特徴的である。その原因について、つぎのことが指摘される。

- i) 同一型式のランプが隣接すると、その長所が発揮されず、むしろ欠点が助長されること。
- ii) 1本の道路の往復車道についてターミナル結合方式(合分流の方法)が異なる場合が多く、運用上の欠陥があること。
- iii) ループの隣接する場合はもちろん、その他の外回りランプでも、織り込みが生じ易いこと。
- iv) ループを用いた型式では、その組合わせに内回りランプを用いた場合も、面積が広大でかつ3層構造となること。
- v) 斜め交差に適する型式のないこと。

線対称型は、本来隣接した2象限のランプ交通が多いときに用いるべき型式であるが、その点からすれば、4象限対称型や後述する非対称型に、より交通や地形の実情に合った型式が見出されると考えられる。

### 3-5 非対称型

#### 3-5-1 非対称型の構成

非対象形は対称型の変形と考えられる。事実一つの対称型のランプのうち1ないし2を他の型式にかえたとき、非対称型が構成される。その構成法からこれを分類し、1象限変形型とその他の型にわけられる。1象限変形とは点対称または線対称のある型式の1本のランプについてのみ他のランプ結合型式に変えたものである。したがって、点対称型であれば、他の1組の対向象限のランプは依然として対称をなしており、線対称の場合でも、1組の隣接象限については、対称のまま残されている。

これらの型式の構成数は既に考察を終えた対称型68箇の数倍を数える。一般的に一つの対称型は2種類のランプ結合型式から成っているから、1種類について、それが外廻りであれば他の外廻り型式3種およびループの4種に、また内廻りの場合も他の内廻り3種およびループの4種に変形しうるから1型式については8種の変型が可能である。（内廻りを外廻りに、またはその逆を行なうことも稀には適応しうる。）

しかしこれは少なくとも他の1種類の型式からも同様に変形し得、さらに他の形式からも変形しうる場合もあるから、結局基本的な対称型のほぼ3倍程度の型式が可能となる。

これに対して「その他の型」とは、1象限変形からさらに残りの対称部分についても1本のランプを別種のものに変えたものであつて、どの象限をとつても対称の部分はない。その数は1象限変形よりもむしろ少ない。それは残りの対称部分のランプを他の型式にかえても結局別の1象限変形となることが多いからである。

#### 3-5-2 非対称型各論

##### (1) 1象限変形型

非対称型はその数が非常に多くそのすべての組合わせについて論ずることはそれほど意味のあることではない。基本図形集では[89]から[102]まで14種について、含まれるループの数によつて分類して掲げてある。個々の説明は特に行なわない。

これらはそのインターチェンジの設置箇所における交通および地形の個々の状況に依存してその適応性が定まるのであるが原則論的な立場から離れてくるだけに一般に適応性が少ないといつてよいであろう。ただ[100]や[101]に見られるように一つ

の方向に対して迂回距離を短くする方式は比較的適応する機会の多い型である。このように他の3方向に比し1方向の連絡交通の多い条件はかなり存在する。

## (2) その他の変形型

基本図形集には3箇の例をあげているがほとんど単に図形的に画き得るといつた以上の意義を持たない。なぜならばこのような複雑な形式は、動線結合関係、特にターミナル結合の複雑性、不斉合性をもたらす運用上の難点を増して行くが、それが完全立体型である限り、工費上の節約は期待できず、また同時に完全立体型とすることは本線ならびにランプ交通のいずれも相当な量と質(平面交差を排する重要度)が前提とされているのであるから、このような運用上の難点を容認することは難しい。

これらの点から非対称の型は一般に平面交差を含めた型式において初めてその合理性を見出すといつてよい。

## 3-6 織り込み型

### 3-6-1 織り込み型の分類

ここでいう所の織り込み型は「3-2-2 型式の分類」で述べたように、「平面交差は含まないが、連絡路をすべて独立とはせず2つ以上の車道(通過車道または連絡路)を部分的に重用して織り込みを伴った部分を持つ型式」と定義したものである。

この織り込み型は、また基本動線結合の分類に従つて、i) 副線相互織り込み、ii) 交差織り込み、iii) 主線相互織り込みの3種類がある。

織り込み型はすべて、完全立体型式を変形したものととして構成されるが、上記各分類型式はそれぞれ特有なランプ結合の組合わせを持つ完全立体型からの変形として導かれる。

### 3-6-2 織り込み式各論

#### (1) 副線相互織り込み型

副線相互織り込み型は、2本の右折ランプ相互の立体交差を織り込みに変えたものであるが、2本がほぼ平行している場合にその変形が可能であるから結局SS外廻りランプが2本以上存在する場合に成立する型式となる。以下各型式を表わすのに、原型式を( )に入れて表現するものとする。

[106] (4SS(out)) : きわめて古典的なロータリー型である。戦前のドイツアウトバーン創生期にLeverkusen 附近のアウトバーン交差に一度だけ作られた。これは建設後日ならずして、運用上の欠陥が露呈された。最小半径100m

で作られたのにもかかわらず織り込み区間のためにクローバー型よりも速度が出せなかつたといわれる。<sup>(10)</sup>この織り込み区間は3方向の右折動線が重なっており、またどの右折動線も3回にわたり織り込み区間を通過しなければならない。縦断的にもアップダウンをくり返す。

〔107〕（2SS(out)2SS(out)－2W－）：〔106〕の変形であるともいえる。<sup>(11)</sup>装いも新たに再びイギリスの都市高速道路計画に姿をあらわした。この場合は一方の道路（高速道路）に沿った偏平を土地を利用し、ロータリーを押しつぶしたものである。さらに高速道路への進入部では右折（図のループ型）と左折（直進合流路）とが左右逆になつている。織り込みの数など本質的な運用条件は〔105〕と変らない。

しかしながらランプ交通の少ない（特に右折交通の少ない）ことを前提とし、用地条件を重視したこのような型式も特異な実用性を持つといえるであろう。

〔108〕（2SS(out)2L(center)）：すべて副線相互織り込みとなりうる型式は、2本のSS外回りランプがほぼ平行してならび、かつ互いに交差している場

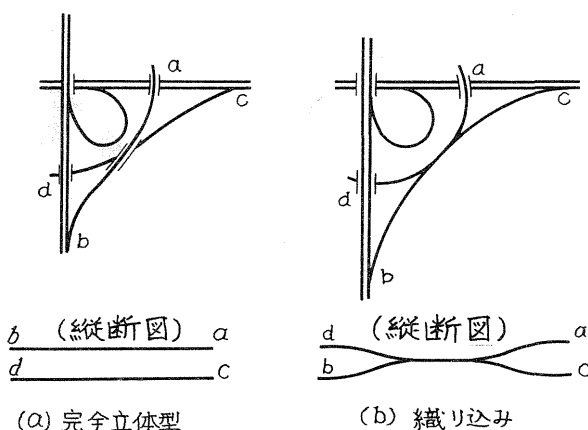


図-3.28 ランプ縦断線形の比較

合である。立体交差を織り込みに変えることは運用上のマイナスを覚悟の上建設費の節約を期待するわけであるが、必ずしもそれは成功しない。むしろそうならない方が多いともいえる。例えばこの例は〔44〕の完全立体型の変形であるが、図-3.28に見られるように完全立体型(a)では2本のランプが上下別々に走り縦断的な制約条件がない。

これに対して織り込み型(b)では、ランプの長さは、織り込み長をとることと、織り込み区間へ至るために、各ランプが縦断的な位置を変えるための縦断制約距離が必要なために、(a)の場合よりはるかに長く必要となる。特にこの型式（2SS(out)2L(center)）がループを狭角部に用いる場合が合理的であることからして、この象限においてランプの長さが多く必要とすることは致命的である。

その他幾つかの副線相互織り込み型式を基本図形集において示したがさきの〔107〕に示すように面積を巧みに縮少しうるといった場合を除くとその欠点をカ

パーしうる特性が生じてこないのが一般である。

## (2) 交差織り込み型

本線の通過交通動線とランプ動線とが織り込みを起す型式であつて、SD または DS の外廻りランプを有する場合に構成される。

基本図形集には[114]より[126]まで、完全立体型のうち、SD およびDS 外廻りランプを持ち、また他のランプも外廻りである場合についての全型式からの変型を掲げた。ただしループを含むものについては実態的に可能な1種のものに止めた、また理論的には可能であつても、他のランプが内廻りである3層構造のような高度の型式で、なおかつ交差織り込みとなるのは、運用と建設費のバランスを欠いているから取りあげなかつた。

これらの型式に共通な特徴は広分離された幅の中にDS またはSD ランプの変形された転回車道が挿入されることである。そのためこの転回路の半径を充分にとれば分離幅が大きくなる。また織り込み区間長を長く取るならば広分離とすべき区間もまた長くなるだけでなく、これを利用する右折交通の迂回距離も必然的に長くなる。このような諸点から、交差織り込み型は、実際的には転回路の半径をランプ交通としての連続性を保つための設計速度（例えば40 Km/h 以上）の規格で設計することは困難で、合流部における一旦停止を予測するようなむしろ平面交差部の設計に似た設計要素をとる場合が多くなろう。しかしながら、そのような非連続的な交通を想定するならばむしろ交差処理の方が明快となり、明らかに工費も減ずる。

以上の点を総合すれば交差織り込み型がその存在を主張しうる機会は極めて数少ないものとなろう。ただここに示した13型式のうち、比較的適応性の高いのは次の3型式である。

[114] (2DS(out)2SD(out)) - 1

[115] (2DS(out)2SD(out)) - 2

[116] (2DS(out)2SD(out)) - 3

これらはすべて一つの完全立体型式[16]の変形であるが(1)はSD ランプを織り込みとしたもの、(2)はDS ランプを織り込みとしたもの、(3)は両者とも織り込みをしたものである。(1)および(2)は独立したDS またはSD ランプのために明けられた広分離幅を利用することで比較的楽に転回路半径をとることができるが織り込み区間長を十分にとることが一般に困難である。しかし斜め交差で狭角象限の右折交通が少ないときには適応の機会がある。

(3)の[116]はイギリスで好んで用いられている型式であつて、基本図形に示すように偏平型とすることもあり、また比較的まるいロータリー型としている場合もある。

前者は自動車道路 M-1 などの地方部における接続インターチェンジに採用されており、後者は都市内の立体接続に見られる。他の国ではあまり用いられていない。

(4)の〔117〕は線対称としたもので、ブラジリアの都市計画に採用されている。

このほか、対称型となるすべての交差織り込み型を図形集に示したが、上記4型式以外は、図形的に示しうるといふ程度以上に特記すべき利点を持たない。またこの他、一方のみを織り込みとする型式もある。

### (3) 主線相互織り込み

2本の高速道路が非常に強い斜度で交わるときに主線相互織り込みの型式ができる。基本図形として〔128〕に4DD(in)の変形としてあげてあるがこれは点線で示した狭角部の結合が他の方式になれば、それに従った別型式となる。しかし一般にはこの形かまたは点線で示した狭角部の右折ランプの欠除した型式となろう。

これは米国のcalifornia州でSan Francisco-Oakland Bay Bridgeの東端に1936年に作られたが交通容量を増すことと事故発生の原因である織り込み部を除くために、1955年に4DD(in)の完全立体に改造された。その結果、このインターチェンジは1日に150,000台の車をさばいており、最高250,000台処理できるものと見なされている。<sup>(12)</sup>

## 3-7 平面交差型

### 3-7-1 平面交差型の分類

平面交差型は、一つのインターチェンジ内に平面交差の動線を1箇所以上含む型式である。交差の種類は基本動線結合の分類からすれば、副線相互交差か、主副線交差である。通過車道が平面交差する「主線相互交差」は、インターチェンジの定義上当然あり得ない。

平面交差となしうるランプ結合は、SS, SD, DSおよびDDのいずれもが可能であり、その組合わせも織り込みの場合のように線形にそれほど左右されないから極めて多種にわたり、また実用性の高いものが多い。以下その代表的なものについて考察する。型式は完全立体型の原型式に〔 〕を付して示す。

### 3-7-2 平面交差型各論

#### (1) 副線相互交差型

通過本線には平面交差が入らず、連結路相互の平面交差がある。

〔129〕〔4SS(in)〕

### 〔130〕〔4SS(out)〕

いずれも「3層ダイヤモンド型」と称してよい型式である。〔129〕は基本図形で平面交差点部を最上階に置いてあるが、これは交差点部を明瞭に示すために画いたもので、実際には中間層または最下層に置くこととなろう。交差点部で右小回り方式となるから往復の方向が逆になる。これに対して〔130〕は右大回り方式となり、織り込みも生ずる。これらはいずれも都市部の交差点の立体化において考慮されるべき型式である。アメリカにも数多くの実例があり、東名高速道路の東京終端部でも〔129〕が計画されている。

この他、内回りランプの組合わせによる4層型はすべてこの3層交差点型とすることが可能である。〔131〕はその一例である。

### (2) 主副線交差

主副線交差は、SD外回り、DS外回りおよびDD内回りの3ランプ結合からの変形として、構成される。

#### 〔132〕〔2SS(in)2SD(out)〕

#### 〔133〕〔2SS(in)2DS(out)〕

これらは3層構造で一方の本線に平面交差の入った型の例である。織り込みの場合もそうであつたように、3層にするという工費的にかなりの増大を見ながら、なおかつ本線に交差が含まれているというのは、運用と工費のバランスを欠くのが一般であり、平面交差を含まないランプが本線より交通量が多いというような特殊な場合を除けば、適応される場合はないといえる。

なお、この2型式の一方はSDランプに交差があり、他方はDSランプが交差を持つ、DSランプが交差となる場合は、車は本線上で交差の機会待ちを行うから、本線容量が不足し、これを補うためには、本線に右折専用車線を設けなければならない。これに対して、SDランプに交差があるときは、車はランプ上で機会待ちを行なうから本線への影響が少ない。その点からは、SDランプの交差方式の方が望ましい。

〔134〕〔4SD(out)〕：この型式は両本線車道ともに平面交差が含まれる場合の例としてあげたものであるが、このような形は、後に〔154〕で示すように只一本のランプで連結されるような、極めて簡単な場合を除いては、両本線ともに交差のある欠点を忍ぶべき理由を持たないである。

〔135〕〔2DS(out)2SD(out)〕：いわゆるダイヤモンド型である。

これについては、ここであらためて考察は行なわない。第4章で標準設計について再び論ずることとする。



[136] [ 2 D S (out) 2 S D (out) ] - (1)

[137] [ 2 D S (out) 2 S D (out) ] - (2)

[138] [ 2 D S (out) 2 D S (out) ]

[139] [ 2 S D (out) 2 S D (out) ]

以上の4型式は一方の通過車道が狭分離、一方が広分離構造で、前2者は広分離側に交差を持つもの、後2者は狭分離側に交差を有するものである。広分離とする道路が一般に規格の低い道路であることからすれば、前2者が一般的であるが、道路や交通の条件によつては、後2者も適応性を持つ、筆者は狭分離道路に交差のある型式の[138]を浜松の国道交差点の立体化計画に提案を行なつた。これは現在国道

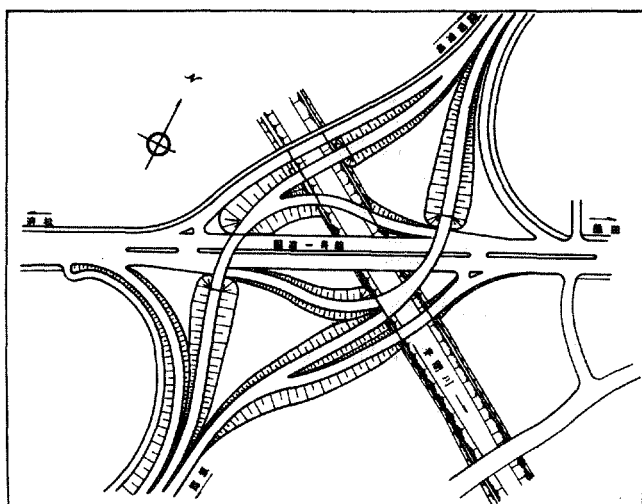


図-3. 29 [ 2 D S (out) 2 D S (out) ] - (1) の適用例

チェンジへ向う都市計画道路がそれぞれ新設される交差点の立体化計画である。

交通量の少ない N - E ( 高速道路 - 磐田 ) および S - W ( 舞坂 - 浜松 ) 方向の右折動線を平面交差としたものである。[136]の型式 ( 平面交差が広分離側にある ) を採らなかつたのは、一般道路での

右折に S D ランプを用いることは交通誘導上かえつて混乱を招き易いと考えられたからである。

[140] [ 4 D D (in) ] - (1)

[141] [ 4 D D (in) ] - (2)

[142] [ 2 D D (in) 2 S D (out) ]

[143] [ 2 D D (in) 2 D S (out) ]

以上はすべてダイヤモンド型の変形といえるが、高速道路側が広分離構造となる。[141]は左折も内側分流 ( 合流 ) となる変則形であるが、なん等かの理由 ( 例えば高速道路の両側にはランプを挿入する余地をとるのが困難な場合など ) がある場合は、内側のみの出入とすることは、土地利用上で合理的であると同時に、高速道路

上に近接した両側分流または両側合流（ターミナル結合 D D - 3 , 4 または M M - 3 , 4 ）とならないから、むしろ [140] より運用上合理的である。[142]、[143] についても、同様な変形がある。

[144] [ 2 D D (nut) 2 S D (out) ]

[145] [ 2 D D (out) 2 D S (out) ]

両道路とも広分離でかつ織り込みがあり、適応性はほとんどない。

[146] [ 2 S D (out) 2 L (in) ] - (1) : 不完全クローバー A 型 ( 4 象限 )

[147] [ 2 S D (out) 2 L (in) ] - (2) : 不完全クローバー A 型

[148] [ 2 D S (out) 2 L (in) ] - (1) : 不完全クローバー B 型 ( 4 象限 )

[149] [ 2 D S (out) 2 L (in) ] - (2) : 不完全クローバー B 型

[150] [ S D , D S (out) 2 L (out) - 2 W - ] - (1) : 不完全クローバー  
A B 型 ( 4 象限 )

[151] [ S D , D S (out) 2 L (out) - 2 W - ] - (2) : 不完全クローバー A B 型

以上の 6 型式はいわゆる不完全クローバー型と呼ばれるものであつて、その優劣、適否等については、かなり論じられているので、<sup>(13)(14)(15)</sup>、ここでは再説するのは避けるが、才 4 章で再び取り扱う。ただここで注意しておきたいのは、構造原理的にいうと [146] および [147] の 4 象限型が基本であつて、[148] および [149] の標準的な不完全クローバー型は、左折動線に対して、内側合（分）流という変則形態を強いているということである。また [150] の 4 象限 A B 型は、A B 型が本来交差道路の一方の側に河川等の障害物のあるときに用いるべき型式であるのに対して、その部分にランプを有する点で、利点が少ない。

以下 [152] より [159] まで各種の平面交差型を示している。[153] は [152] の左折ランプ一本を右側分流型に変形したもので、名神高速道路の瀬田インターチェンジ（用地買収のみにて未完成）に採用されている。この型をさらに節約したものが、[154] であるが、これはむしろインターチェンジの一つの原型ともいえるもので、本線のみ立体交差し、ただ 1 本のランプで連結した型式で、日本にも幾つも存在する。[159] は名神高速道路の京都東才 2 インターチェンジの実例であるが、平面交差の位置が非対称的であり、明快さを欠くうらみがある。山科 → 五条の右折を山科 → 高速道路の本線を切る形で形成することも比較し得よう。

### 3-7-3 平面交差型の特質と織り込み型との比較

平面交差型は、非常に多くの組合わせ型式があり、その中でも実用性の高いのは、S D (out) および D S (out) のランプを平面交差とした主副線交差の型式である。ダ

イヤモンド型、不完全クローバー型その他、著名な平面交差型式はすべてこれに属する。平面交差は交差する通過本線のいずれにも設けうるが、一方のみに設ける型式が高速道路と一般道路との交差など規格の異なる道路の交差に適する。交通容量の点からいえば、SD型の平面交差がDS型より優れている。

平面交差型は、非対称型を含む、非常に多彩な変化が可能であり、交通や地形によく適した形を得ることができる。これを織り込み型と対比して見るとその特質が明らかとなる。(表-3.3)

表-3.3 平面交差と織り込み型の特性の比較

項 目	平 面 交 差 型	織 り 込 み 型
面 積	完全立体型に比し、かなり減少する。	あまり減少しない。場合によってはむしろ増加する。
工 費	かなり減少する	ある程度減少する。
迂回距離	少ない	多い、特に織り込み区間が長くなると多くなる。
交通容量	交差部を拡幅することで容量増加が計れる。	容量増加は織り込み区間をのばすことで達成できるが、他の要素への影響が大きい。
安 全	信号化により容量増とともに安全性が増大する。	事故を減少させる特別な方策がない。

織り込み型は、その交通の連続性を重視し、安全性や容量上の隘路とならないような設計をする場合には、建設費(用地面積および工費)が増大し、走行距離も長くなる。一方、工費等の節約のために織り込み区間を短くするような設計をするならば、容量や安全性において平面交差型よりむしろ劣ってくる。このように、織り込み型は本来基本的に矛盾を持った形態である。

これに対して平面交差型は本線およびランプの交通に停車をしい、交通の連続性を中断することが容認できるならば、面積および工費においてかなりの節約を見ることができる。迂回距離が短くなることで、停止時間損失のかかなりの部分を補うこともできる。交通容量もある限界内は確保し得る。このように平面交差型は、その特質を巧みに利用するならば優れた効果を発揮することのできる型式である。

### 3-8 不完全接続性

#### 3-8-1 不完全接続型の概念と型式

これまでの動線結合方式の相異による分類の他に、ランプ接続の完全、不完全による分類がある。これまで述べて来た各種型式は、すべて4分枝相互の連結が完全に行なわれている「完全接続型」であつたが、接続ランプの一部が欠除しているのが「不完全接続型」である。これには、完全立体型、織り込み型、平面交差型のいずれもが含まれる。

基本図形集の[160]～[163]はその例である。[160]は平面交差型、[161]は完全立体型であるが、いずれもN-EおよびS-E方向の接続が欠除している。これに対して[162]はS-Eの往復交通のうち、一方のみが欠除している。このように、ある方向の接続に対して、一方のみを有する型式は、運転者に非常に誤つた判断を抱かせる危険が大きく、設計すべきでない。他の一方もとるか、または平面交差を含んでも両方向とも挿入するか、いずれかの方策がとられねばならない。[163]は名神高速道路の栗東東2インターチェンジの実例である。鈴鹿 - 彦根の接続が欠除している。

### 3-8-2 分離型および組合わせ型

これまでは、一つのインターチェンジは2本の交会する道路が互いに接続している場合について考察して来たが、一方の道路から他方の道路への接続に2本の交差道路を用いる型式がある。その一つは「分離型」であつて、一つのインターチェンジを2つに分割したともいえるし、2箇の不完全接続インターチェンジの組合わせであるともいえる。[164]のように完全に分離した場合と、[165]のように側道によつてつながれた一方通行路に接続する場合がある。この型式が容量的に優れたものであることはLeischがくわしく論じている。<sup>(16)</sup>

[166]および[167]は、むしろ「組合わせ型」と称した方がふさわしいが、ランプが重ね合わされている。これはCriss-Cross ramps<sup>(17)</sup>（十文字型ランプ）またはbraided ramps<sup>(18)</sup>（組ひも型ランプ）と呼ばれて、都市内高速道路での連続したインターチェンジ型式として紹介されている。これらの型式は、側道（集散路）と併用されたり、ランプ型式をDD(in)型とするなど各種の変形がある。

## 3-9 3枝交差の型式

### 3-9-1 3枝交差の型式構成

3枝交差の型式を構成する動線結合も、4枝交差のその応用として導かれる。ただ3枝交差では、どの動線を本線と考え、どれを連結路とするかで、分類も相違するので、便宜上、ある2方向を結ぶ動線2本を主動線（本線）と考え、他の1方向への

連結動線 4 本を副動線（連結路）と考えることとする。

図-3.30において、実線を本線とすれば、本線に対する右折動線の分流および合流部が各1箇所存在する。そのそれぞれに対して、S型（外側準直結ランプ）、D型（内側直結ランプ）およびL型（ループランプ）の各結合方式がある。したがってその組合わせは9箇所存在する。

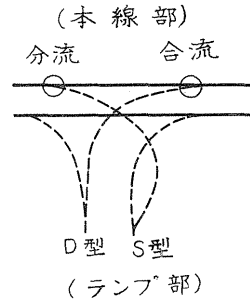


図-3.30 3枝交差の基本形

ランプ相互の合流、分流部は、原則的にいずれもD型結合（図-3.30下部左側）であるが、ランプの幾何構造的条件や地形的条件によつては、S型結合（同図下部右側）となることもある。これは、理論的には合流部、分流部、いずれにも存在しうるから、本線部に対する1箇の基本結合方式に対して、ランプ部の結合方式が、D・D（分流部も合流部もD型結合）、D・S、S・DおよびS・Sの4種類あることとなる。しかし以下の型式評価では、原則的にD・D結合の場合のみについて述べることとする。

### 3-9-2 3枝交差型式各論-1 完全立体型

[168] S・S： 本線は狭分離型であり、連結はいずれも外側であるので、高速道路に対する2次的な道路の連結に適する。立体交差部が3箇所あるが、線形により分散されて2層構造となる場合（基本図形集の例）や、ほぼ1箇所にまとまつて3層構造となることがある。直角またはいずれの方向の傾斜にも適応しうる。多くの実例がある。

[169] S・D： 右折動線の本線への合流部が内側合流となつている。この方向のランプが本線に相当する規格を有する場合や、斜め交差に適する。その際図-3.31に示すように、ランプ相互合流部もS型にすることも、比較の実用性が高い。

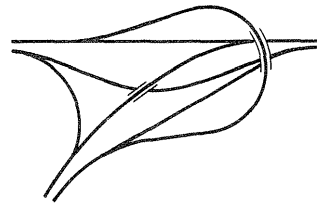


図-3.31 SD型の変形

[170] D・S： S・D型の裏返しである。このため、右折動線のD型分流の方向のランプが本線に相当する規格を持つことに適応することは当然であるが、3方向連結のどの部分も本線構造を持つ場合でも、3方向からの分流はいずれもD型であることから、適応しうる。その際、合流部において1箇所のみS型合流となるが運用上全く問題はないから、地形の制約等による線形条件によつては優れた設計となる。首都高速道路の汐留インターチェンジがこれである。

なお、図-3・31は見方を変えればD・S型の変形とも考えることができる。

[171] D・D： 3方向連結のいずれも本線構造の場合の典型的な型式であり、いわゆるY型の代表である。方向性は、直角および斜めのいずれでも可でありまた線形のひろがりの程度によつて3箇の交差構造物が、集中したり分散するなどして、2層から3層へ変化する。

[172] S・L： トランペットA型

[173] L・S： トランペットB型

この両者はいわゆるトランペット型であり、本線は狭分離構造となり、立体交差部も1箇所を集約されるから、3枝交差に広く用いられる型式である。A型とはループが本線に対する流入部に用いられる場合をいう、B型とはその反対にループを流出部に用いる場合をいうのであつて、Leischによつて命名された。<sup>(19)</sup>

この両者の比較、適応性については、走行経済性からは少量の文通に対してループを用いることに異論はないが、安全性、走行性の面からは、ランプの線形と関連して種々議論のあるところである。この問題に関しては、才3編において特に取りあげ、詳細に論じたい。

[174] D・L：

[175] L・D：

いずれもトランペット型の変形であるが、特にループが内側合分流となる点で、4枝交差におけるループとも異なる特殊形である。[174]のD・L型では、右折分流がD型であるから、この方向が本線規格となると、すなわち2方向が本線となるときの結合方式としては、ループが内側合流となる欠点を許容するならば、交差構造物を1箇所としうる点からも適応性が認められる。

これに対して反対方向のL・D型は、2方向本線の場合でも、[173]のL・S型（トランペットB型）に比して特に利点はなく（2本の本線の合流部は、D型であるかS型であるかは、運用上全く差はない）、むしろ交通量の少ない方向に用いられるループが内側分流となつているなど、欠点のみ多く、適応性はほとんど生じない。

[176] L・L： 本線からの合流、分流ともにループであり、そのため分、合流間に外側織り込み（W-1）を生ずる。これは独立した3枝交差の型式というよりも、将来4枝交差となる計画における中間段階的方式というべきである。

[177] D・D-W-1： 理論的には、このように本線よりの分、合流を内側織り込み（W-2）を生ずる型式も構成しうるが、運用上も欠点があり、面積が大きくなるなど、特別な利点はない。

以上の各型式の適応性を表-3・4に示す。

表－３・４ ３枝交差型式（完全立体型）の適応性

型式名	分離帯幅	交差角への適応性	その他の適応性
S・S	狭	直・斜	高速道路への２次的道路の取付け
S・D	広	斜	高速道路接続（２本）
D・S	広	斜	高速道路接続（２本または３本）
D・D	広	直・斜	高速道路接続（３本）
S・L	狭	直・斜	高速道路への２次的道路の取付け
L・S	狭	直・斜	同 上
D・L	広	直・斜	高速道路接続（２本）
L・D	広		適応性なし
L・L	狭	直	４枝交差の段階建設
D・D－W－	広		適応性なし

### －９－３ ３枝交差型式各論－２ その他の型式

３枝交差の完全立体型から、織り込み型および平面交差型への変形が可能である。

#### (1) 織り込み型

〔178〕〔S・S〕： ２本の右折ランプが織り込みとなる副線相互織り込み（W－３b）型で、３枝交差でこの織り込み型式となるのはこれ１種である。完全立体のS・S型やトランベット型に比して、用地面積が少なくなりうるから、用地条件のきびしい場合に有効な型式がある。名神高速道路の西宮インターチェンジに用いられている。３枝交差のロータリー型とも称される。

〔179〕〔S・D〕

〔180〕〔D・S〕

〔181〕〔D・D〕

いずれも交差織り込み（W－４aおよびW－４b）を伴う型式で、〔181〕のD・D型は主動線２本に対しそれぞれ交差織り込みがあり、他の２型式は１箇の交差織り込みを持つ、交差織り込みの持つ運用上の難点と、それを補うために織り込み区間を長くすることによる本線広分離区間の増大、また転回路曲線半径の大小と用地面積との高い相関性等、多くの相互背反的条件を備えているために、一般に斜め交差に有効な型式ではあるが、設計上の問題点が多い。

〔179〕および〔180〕は本線とこれに接続する支線との方向関係によつていずれも適用するかが定まるが、〔181〕は方向性には無関係に適用しうる。米国における初期の作品にこの型式が見られるが、最近<sup>(20)</sup>はほとんど用いられていないようである。

(2) 平面交差型

[182] [S・S] : ダイヤモンド型の一部とも見なすことのできる型式である。通過交通の多い一般道路の立体交差化の一型式としての適応性を持つが、高速道路に対して用いることは、その線形、見通し、交通規制等に意を用いないと、運転者が予期しない平面交差に遭遇することになり、安全性の低い設計となりうる危険がある。

[183] [D・L] : [181] を内側合分流に変えた型式である。内側から分流した比較的高速の車線に平面交差があることからすれば、高速道路に用いることは安全性の点から[181]の場合よりさらに危険であり、採るべきではなく、一般道路の3枝交差に用いる型式である。その点からすれば、基本図形のような直角接続の場合より、図-3.32に示すような斜め接続(一般道路の分岐)においてむしろ適応性が高い。

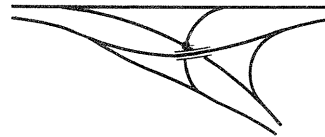


図-3.32 斜め接続の平面交差型(D・D)

[184] [S・D]

[185] [D・S]

狭分離構造の道路本線に交差の生ずる3枝交差型式である。通過車道に対して平面交差を許容する点からして、これらの型式は当然高速道路でなく、一般道路に用いるべきものである。しかし一般道路では、分岐に際して直結方式が一般的であり、右折に対して一たん左へ出る準直結型式は運転者にとってなじみがうすく、運転の誤りを犯す危険を多く持っている。そのため、[184]のS・D型の使用は適切さを欠き、[185]のD・S型か、[183]のD・D型の採用が推奨される。既存の一般道路から右側へ新しい分岐が計画される場合、既存道路に影響を与えずに工事を行うためにS・D型の採用が行われやすいのであるが、このような場合は、現道を一部つけ替えてもD・SまたはD・D型とするのが望ましい。このことは一般道路であれば、完全立体型および織り込み型の場合でも同一の問題である。

なお、上記各型式のうち、S・D、D・SおよびD・Dの諸型式については、一方向の連絡、特に斜め接続の狭角部連絡路の一部または全部のない不完全接続型も存在する。



3枝交差の型式はしばしば4枝交差においても使用される。最も一般的なものとしては、高速道路が一般道路と交差するときに、高速道路に対しては完全立体の3枝交差型式を用い、一般道路の側では平面三差路として処理する場合である（図-3.33）。これは有料高速道路において料金収受施設を一箇所に集約する必要がある場合や、連絡交通の極めて方向性の強いときに適応性を有する。

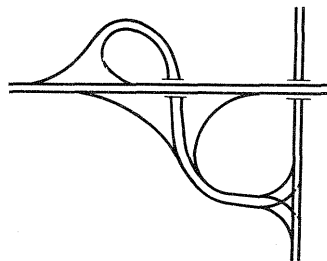


図-3.33 4枝交差に用いたトランペット型

平面3差路となる点もまた立体3枝交差の型式をとることができる。基本図形集の[186]はいわゆるダブルトランペット型であるが、いずれの一方の3枝交差型式も、他の任意の型式に変更しうる。しかしいずれの場合も、その中間に織り込み（副線相互織り込みW-3b）が生ずる。これらの3枝交差合成型は、交差道路の交差角がいかなる場合でも適応しうるもので、[187]の例に示すように、全く平行した2本の道路を相互に連結することも可能である。

### 3-9-5 5枝以上の交差

才3章の冒頭で述べたように、5枝以上の交差では連絡路が非常に多くなつて、これをすべて独立した連絡路とすることは、設計、運用、費用すべての点で適切ではない。本来このような交差部は、4枝以下の交差に分解すべきものである。止むを得ず多枝交差とするときは連絡路を省略重用する織り込み型、特にロータリー型を主体とした型式がむしろ運用的に好ましく、基本図形集の[188]および[189]は、その例示である。

## 3-10 結 論

本章では、4枝交差を主体とし、分類方式に従い型式を構成し、その得失、適応性を論じて来た。

### (1) 分類について

まずインターチェンジの分類法は各種あるが、運用上の相違および連絡路の独立性の観点からの分類法にしたがつて、i) 完全立体型、ii) 織り込み型、iii) 平面交差型の3種類にわけられる。完全立体型がインターチェンジ型式の基本であり、また4

枝交差の場合を標準的に論ずることで、3枝交差等も付随的に推論しうる。

4枝交差はまた、その幾何学的形状特性から、i) 点対称型、ii) 線対称型およびiii) 非対称型にわけられるが、その基本となり、また実用性も高いのが「点対称型」である。本章では点対称は68種、線対称は20種について考察したが、これはターミナル結合とランプ結合の組合わせのうち、なんらの利点ももたらさない組合わせを除いて、理論的に構成しうるすべての型式を網らしたものである。

## (2) 点対称型について

4枝交差の点対称型の形成と評価を行なうに当つて、その構成要素であるランプ結合9種(SS, SD, DSおよびDDのそれぞれ外廻りと内廻りならびにL)が対向象限に対向配置されたときの特性を考察した。その結果、各ランプ結合を用いたときの分離帯幅、標準的な交差階層、本線交差角度への線形的適合性および迂回距離についての優劣が明らかになった。その2、3をあげるならば、標準交差階層は内廻り型式は3層となり、外廻り型式は2層となる。また本線交差角度への線形的適合性としては、SS(out), SD(out), DS(out)およびDD(out)が特に広角象限に適しており、狭角象限には、L(ループ)のみが特に適している。

点対称型で考察したのは、68種であつたが、これらの検討を通じて以下のことが明らかにされた。

- i) 両本線車道とも分離帯構造が狭分離型となる結合方式は最も利用価値が高い。
- ii) 広分離構造は規格の低い道路に適用されるべきである。
- iii) 広分離帯構造となるときには、その分離帯内の用地が有効に利用し得られるような結合方式が利用価値が高い。
- iv) 斜め交差には、広角象限、狭角象限にそれぞれ有利なランプ結合の組合わせによる型式が有効である。
- v) 一つの基本ランプ結合の内廻りと外廻りの狭いわけは、用地事情、交通量および交差角度と関連する。
- vi) 本線交換あるいは積層方式は、用地事情の非常に困難な地域で、かつ有効に用地を減じうる型式のときに適応性があり、また設計規格の低い高速道路の交差に有利である。
- viii) わが国で適用の可能性を持つ型式は、少なくとも一方の本線が狭分離帯構造となる型式にほぼ限られる。

以上の諸点から本章で考察した68種のうち、 $\frac{1}{3}$ の26種が、わが国において適用の検討に値いすることが明らかとなつた。

## (3) 線対称型

線対称型は、20種について考察したが、1、2の型式を除いては、適応性がきめて少ない。その原因については、同一型式のランプが隣接すると、その長所が発揮されず、むしろ欠点が助長されることなど、運用上および構造上の問題が多く存在する。線対称型は、本来隣接した2象限のランプ交通が多いときに用いるべき型式であるが、4象限対称型や非対称型に、より交通や地形の実情に合った型式が見出されると考えられる。

#### (4) 非対称型

非対称型には対称型のうちのただ1本のランプを他の型式にかえた場合の1象限変形型と、いかなる2箇の象限をとつても対称型をなしていないその他の型とに分類される。

1象限変形型は、基本的な対称型のほぼ3倍の型式が構成され、その他の型の構成数はそれより少ない。

1象限変形型は、他の3方向に比しある1方向の連絡交通の多い場合に、その方向についてのみ迂回距離を短かくするようなランプ結合型式に変えた型式では、比較的適応する機会が多いが、一般には適応性は少ない。その他の変形型は、動線結合の複雑性、不斉合性をもたらし、運用上の難点を増して行くが、完全立体型である以上、工費上の節約は期待できないため、ほとんど図形的に画きうるといつた以上の意義を持たない。

#### (5) 織り込み型について

織り込み型には、i) 副線相互織り込み型、ii) 交差織り込み型、iii) 主線相互織り込み型の3種がある。合計23種類について考察したが、数種を除いては適応性は少ない。これは織り込み型が、交通の連続性を重視し、安全性や容量上の隘路とならないような設計をする場合には、建設費が増大し、走行距離も長くなるが、一方工費節約のため織り込み区間を短かくするような設計をするならば、安全性や容量において平面交差型よりむしろ劣ってくるからである。このように、織り込み型は本来基本的に矛盾を持った形態である。

#### (6) 平面交差型について

平面交差型は、対称型、非対称型両者にわたって非常に多彩な変化が可能であり、交通や地形によく適した形を得ることができる。本線およびランプの交通の連続性の中断を容認できるならば、面積および工費においてかなりの節約ができ、迂回距離が短くなることで、停止時間損失のかなりの部分を補うこともできる。このように平面交差型はその特質を巧みに利用すれば、優れた効果を発揮できる型式である。

#### (7) 不完全接続型について

ランプ接続が完全に行なわれていない「不完全接続型」およびこれを組合わせた型式について考察した。都市内高速道路に利用される。

(8) 3枝交差型式について

3枝交差は完全立体型として10箇の基本形があり、それから織り込み型および平面交差型へ変形される。3枝交差は一般に適応性が高く、10箇の基本形のうち8箇所は何らかの適応性を有する。

織り込み型は4枝交差の場合と同様な欠点を持つので、全4種のうち、ロータリー型を除き、適応性が少ない。交差型は同じく4種あるが、一般道路の3枝交差に適する。

3枝交差は、これを2箇合成することで4枝交差にも用いることができる。また5枝以上の交差は織り込み型以外は適性がない。

以上各種型或189種についてその特性と適応性を明らかにした。

## 引用文献

- (1) 前掲, Leish, "Adaptability of Interchanges to Interstate Highways", P. 607.
- (2) 前掲, 東京都首都整備局, "大都市幹線街路調査報告書 — 都市高速道路網の新線計画について — P. 108 ~ 117.
- (3) 前掲, 米谷他, 道路工学, P. 301
- (4) 前掲, AASHO, "A Policy on Arterial Highways in Urban Areas", P. 509.
- (5) 映画, "Interchange Ramp Problems on Detroit Freeways", 説明資料, 1960.
- (6) R. Schumacher, "Improvement Type of Grade-separated Highway Intersection", Civil Engineering, October 1958, P. 765.
- (7) 八十島義之助, 井上孝訳 "都市の自動車交通 — イギリスのブキヤナンレポート — " (Traffic in Town), 鹿島研究出版会, 1964, P. 104, 147.
- (8) 高速道路調査会, "インターチェンジの設計要領", 1965年3月, P. 41.
- (9) 黒木清和, 武部和之, 斉藤六男, "都市内インターチェンジの一考案", オ7回日本道路会議論文集, P. 1131.

- (10) 前掲, "Die Reichsautobahnen, Principle of Design,  
Construction and Traffic Control", P.49.
- (11) 前掲, 八十島他, "都市の自動車交通" P.137.
- (12) 前掲, Hill, "Designing better Freeways", P.11.
- (13) 前掲, Leisch, "Adaptability of Interchanges to Interstate  
Highways", P.589.
- (14) 武部健一, "高速道路のインターチェンジ(2)", 土木技術, Vol. 18, 1月, 1963,  
P.47.
- (15) 前掲, 高速道路調査会, "インターチェンジの設計要領", P.34.
- (16) 前掲, Leisch, "Adaptability of Interchanges to Interstate  
Highways", P.594.
- (17) Jack E, Leisch, "Spacing of Interchanges on Freeways in  
Urban Areas", Journal of the Highway Division,  
Proceedings of ASCE, Dec. 1959, P.44.
- (18) W, L. Warren, "Interchange", California Highways and  
Public Works, 1961, May-June, P.37.
- (19) 前掲, Leisch, "Adaptability of Interchanges to Interstate  
Highways", P.589.
- (20) AASHO, "A Policy on Geometric Design of Rural Highways",  
1954, P.572.

第2章および第3章の概要は、「高速道路と自動車」Vol.Ⅸ No.6〜7, 1966年、武部健一「インターチェンジの型式について(Ⅱ)〜(Ⅲ)」として発表されている。

## 第 4 章 定量的型式比較

### 4-1 本章の主題と目的

前章において、各種型式の特性とその適応性について定性的に明らかにした。本章ではさらにこれを進めて、ある一定の基準にもとずいて標準設計を行ない、これにより実証的かつ定量的に各種型式の比較を行なうものである。

本章では、前章で適応性が高いとされた主要な型式について標準的な設計を行ない、これに基づいて建設費、特にその用地費との関連における比較および走行経済性を含めた総合比較を行なう。また有料道路における料金徴集所を持つインターチェンジの型式について考察する。

### 4-2 標準設計の作成要領

#### 4-2-1 設計型式とその基準

インターチェンジ型式の標準設計を行なう場合、幾何構造上、土木構造上の条件を一定のものとしなければならない。本研究では次のような仕様に基いて行なつた。

まず設計すべき型式は4枝交差において完全立体型6種と平面交差型4種とした。その型式名は表-4・1のとおりである。名称はこれまで使用した記号名の他、便宜

表-4・1 設計型式名

記 号 名		名 称
完 全 立 体 型	4SS(out)	ともえ型
	4SS(in)	SS 4層型
	2SS(in)2SS(out)	SS 3層型
	2SS(out)2L(center)	2ループともえ型
	4LL	クローバー型
	S・L+L・S	ダブルトランペット型
平 面 交 差 型	[2DS(out)2SD(out)]	ダイヤモンド型
	[2SD(out)2L(in)]-(2)	不完全クローバーA型
	[2SD(out)2L(in)]-(1)	直結路付不完全クローバーA型
	S・L	トランペットA型

上一般に使用されているものを参考に筆者が付した。

完全立体型は高速道路相互のインターチェンジを想定するもので、地表面上2mの

高さにある6車線の高速道路に、これより7 m高く(地表面より9 m高)4車線の高速道路が直交する。設計速度は両者とも100 Km/hとする。

平面交差型については、4車線の高速道路と非分離の4車線の一般道路とが、直交する場合を想定し、上下の関係は、高速道路が上の場合および下の場合双方について設計を行なった。

使用した幾何構造設計基準は、東名高速道路設計基準を用い、補足すべき事項は「インターチェンジの設計要領」(高速道路調査会1965年3月)によつた。その概略を表-4・2に示す。

ランプの設計速度は、高速道路相互交差の完全立体型では、50 Km/h(ただし、ループ部は40 Km/h)とし、平面交差型のランプでは40 Km/hを標準とした。ランプ縦断勾配は上り4%、下り6%を標準としたが、制約条件のきびしい完全立体型では上り、下りとも6%とした。変速車線長は本線設計速度100 Km/hに対する標準値を採用している。

表-4・2 標準設計幾何構造基準

インターチェンジ型式		完全立体型	平面交差型
ランプ設計速度 (Km/h)	標準	50	40
	ループ部	40	
最小曲線半径 (m)	標準	80	50
	ループ部	50	
最急縦断勾配 (%)	上り	6	4
	下り	6	
最小縦断 曲線半径 (m)	本線流 出入部 その他 の部分	凸型	2,000
		凹型	1,500
		凸型	1,500
		凹型	1,000
加速車線長 (m)		240	
減速車線長 (m)		150	

横断構成は図-4・1の東名高速道路の標準断面を用いた。

2車線ランプは完全立体でターミナル結合DD-2(1箇所分流)およびMM-2の場合の本線分岐端からランプ分岐端

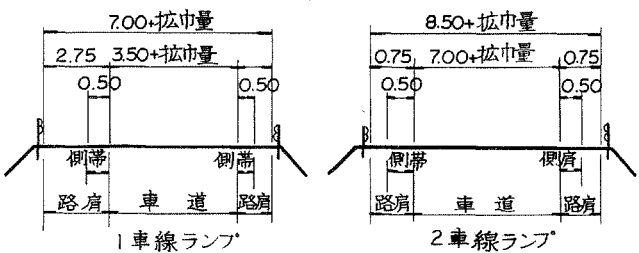


図-4.1 ランプ標準断面

までの区間、および織り込み区間に使用した。

#### 4-2-2 標準設計の設計方針

これらの設計基準に基づいて個々の型式の設計を、完全立体型は  $1/2,000$  平面交差型は  $1/1,000$  の縮尺で行なつた。インターチェンジの設計はたとえ幾何構造基準が一定であつても、曲線半径の採用やクロソイドの適用法などのいかによつては、かなり異つた設計が生ずる。そこで、東名高速道路で実際に使用されている標準的な設計法にもとづいて、卵形クロソイドを用いるなど、走行性に優れた円滑な線形が得られるようにつとめ、また各型式に対して、できるだけ同程度の線形が得られ、それらの間の相違が、型式の相違にのみ由来するものとなるよう努めた。

線形はこのように優れた走行性をもちながら、かつ限界値を用いるようにした。インターチェンジの線形は、平面線形が縦断線形が、そのいずれかに制約をうける。ループにおいては、平面線形の限界値に規制され、縦断的な高低差をとるに必要な長さ以上のランプ延長を必要とするが、その他の場合は、縦断線形に制約されることがほとんどである。この場合の縦断線形について若干究明すべき問題点があるので次節に詳説する。

ターミナル結合方式については、完全立体型の場合、ランプ流出は DD-2 型（左 1 箇所流出）とし、次のランプ分岐部までの距離は最小 100 m とした。流入部はそれぞれの型式によつて、最小の規格でとれる線形にしたがうこととしたので、その結果、MM-1 型（左 2 箇所流入）と MM-2 型（左 1 箇所流入）の 2 方式が用いられた。

クローバー型の織り込み区間は 240 m をとり、一方の道路には集散路を設け、他方には設けなかつた。

線形の決定は、縦断と平面の両者の制約から試行的に定めたが、結果的に必ずしも厳密に制限値一杯の値とならず、とくに縦断勾配および縦断曲線半径は、ある程度の相違が生じたが、比較上には特に大きな影響を及ぼすようなものとはなつていない。これらの設計図は縮尺して巻末付録に付してある。

#### 4-2-3 最適縦断勾配と縦断制約距離

第 3 章、3-3-2 で定義したように、異つた高低差をとるために縦断的に必要な距離を「縦断制約距離」と呼ぶ。これは、縦断勾配および縦断曲線半径の制限値から定まる。

いま図-4・2において点 A の水平位置から、点 B の水平位置まで高さ H を縦断的



に結ぶものとし、A点  
およびB点の縦断勾配は  
は0であるとする。こ  
のとき、AB間の水平  
距離Lと高低差Hとの  
間には次式の関係があ  
る。

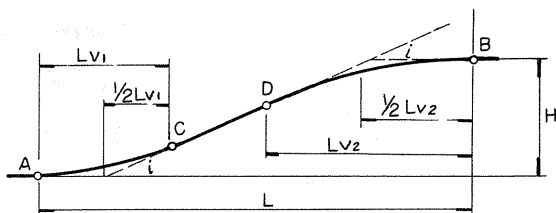


図-4.2 縦断制約距離

$$L = \frac{H}{i} + \frac{Lv_1}{2} + \frac{Lv_2}{2} \dots\dots\dots (4.1)$$

ここに、 $i$  = 縦断勾配

$Lv_1$  = A点に接する凹型縦断曲線長

$Lv_2$  = B点に接する凸型縦断曲線長

また  $Lv_1 = i R_1$ 、 $Lv_2 = i R_2$

ただし、 $R_1$  : A点に接する凹型縦断曲線の半径

$R_2$  : B点に接する凸型縦断曲線の半径

であるから、

$$L = \frac{H}{i} + \frac{i}{2} (R_1 + R_2) \dots\dots\dots (4.2)$$

もし縦断勾配 $i$ に制限がないとすれば、 $H$ 、 $R_1$  および $R_2$  が与えられたとき、 $L$ が  
最小となるためには、

$$\frac{dL}{di} = \frac{H}{i^2} + \frac{R_1 + R_2}{2} = 0$$

なるゆえ

$$i = \sqrt{\frac{2H}{R_1 + R_2}} \dots\dots\dots (4.3)$$

が成立する。式(4.3)で求められる勾配 $i$ は、AB間の距離 $L$ をもつとも短くす  
るもので、最適縦断といえる。またこのとき、上式より

$$\frac{H}{i} = \frac{i(R_1 + R_2)}{2}$$

であるから、これを(4.2)に代入し

$$L = i(R_1 + R_2) = Lv_1 + Lv_2 \dots\dots\dots (4.4)$$

となり、2つの縦断曲線が接したとき $L$ は最小となる。いま、 $H = 7.0$  mとし、 $R_1$   
および $R_2$ の与えられた値に対する $L$ が最小となるような最適縦断勾配、およびその

場合の縦断制約距離 $L$ を式(4.3)および(4.4)より計算すると表-4.3のようになる。

たとえば表の第1行 表-4.3 最適縦断勾配と縦断制約距離( $H=7.0\text{ m}$ )

は両端の縦断曲線半径	$R_1\text{ (m)}$	$R_2\text{ (m)}$	$R_1 + R_2\text{ (m)}$	$i\text{ (}\%\text{)}$	$L\text{ (m)}$
が2,000 mと3,000	2,000	3,000	5,000	5.29	264.5
mの場合—これは設計	2,000	2,000	4,000	5.92	236.6
基準によれば設計速度	1,500	2,000	3,500	6.32	221.3
120 Km/hの本線へ	1,000	2,000	3,000	6.83	204.7
の流出入部における凹	1,000	1,500	2,500	7.48	187.0
型および凸型曲線の限	1,000	1,000	2,000	8.37	167.3
界値であるが—最適縦	500	1,000	1,500	9.33	139.9
断勾配は5.29%とな	500	500	1,000	11.83	118.3

り、その場合の縦断制

約距離は264.5mとなる。これは縦断勾配をこの値以上にしても以下にしても縦断制約距離は長くなることを意味している。したがって、かりに許容しうる最急縦断勾配が6%であるとしても、その最急勾配を用いることはこの場合、得策ではない。これに対して、たとえば第4行のように、両端の縦断曲線半径が1,000mと2,000mでよい場合、最適縦断勾配は6.83%であるが、最急縦断勾配の制限が6%であれば、設計上これを用いなければならないから、縦断制約距離は、表に示す204.7mでなくて、式(4.2)で計算される206.5mとなる。このように、縦断制約距離は、縦断曲線半径か縦断勾配のいずれかの制約で定まってくる。

その算定は、まず両端の勾配変化点の許容最小縦断曲線半径(これは、ランプ設計速度、凸部と凹部の別、本線流入部とその他の部分の別、本線設計速度などによってそれぞれ異なる)から、式(4.3)により最適縦断勾配を求め、それが縦断勾配の制限値以内であれば、式(4.4)により縦断制限距離が求められる。もし最適縦断勾配が縦断勾配制限値以上である場合には、その制限値によつて、式(4.2)から縦断制限距離が得られる。

#### 4-2-4 積算要領と概略図による設計

標準設計に対する建設費は、東名高速道路の実例を応用し、また数量等はできるだけインターチェンジの構成要素別一本線、ランプ(1車線および2車線)および高速車線等に分割して、共通な項目は同一条件で積算した。表-4.4は工費積算内容の一例である。工費および用地面積の計算において、本線のために当然必要となるもの

は除き、インターチェンジを設置するために新たに必要となつた施設についてのみ対象としている。

表-4・4にある内訳について説明すると、まず土工費については、切土盛土の数

表-4・4 標準設計による工費積算の一例

型式：4 S S (out) 直交

工 種	細 目	単位	数 量	単 価 (円)	金 額 (円)	摘 要
土 工 費					157,013	
	切土盛土工	m <sup>3</sup>	269,190	500	134,595	
	法 面 工	m <sup>2</sup>	45,920	120	5,510	
	排 水 工	〃	112,720	150	16,908	
橋 費					116,564	
	ラ ン プ 橋	m <sup>2</sup>	1,677	51,570	86,482	高7m、斜橋
	〃	〃	875	34,380	30,082	〃 直交橋
	本 橋 線	〃	—			
舗 装 費					91,546	
	2車続ランプ	m	820	22,694	18,609	
	1車線ランプ	〃	2,640	18,299	48,309	
	加 速 車 線	本	8	2,301,000	18,408	
	減 速 車 線	〃	4	1,555,000	6,220	
	分 離 帯	m	—			
交通管理施設費		m	3,460	2,521	8,722	
造 園 費		m <sup>2</sup>	112,720	150	16,908	
標 識 費		式	1		13,975	
照 明 費		m	5,645	10,000	56,450	
純 工 費 計					461,178	
諸 経 費					69,176	純工費×15%
附 帯 工 費					13,374	〃 2.9%
工 費 計					543,728	

量はランプの始末端および中間点の土工断面積から個々に積算し、法面工についても個々に計算して、それぞれ平均的な単価を乗じている。排水工は東名高速道路の積算実績から、インターチェンジ全面積(ただし本線として本来必要な部分を除く、以下

同じ)に平均単価を乗じて算出した。

橋は基礎型式やスパン割等によつて、かなり単価に変動があるのが一般であるが、この積算では数種の単価(スパンの長短、橋高等により分類)に統一してある。インターチェンジ内の橋について、橋梁交角、幅員、橋高等で詳細に分類し計算を行なつた研究<sup>1)</sup>もあるが、個々の設計に当つて、インターチェンジ内の橋はその延長のとり方やスパン長などがランプ線形の僅かな差によつて影響される所が大きく、橋梁積算の精度をあげることがこの際それほど意味がないので、前記のような数種の単価にしぼつた。

舗装は2車線ランプ、1車線ランプおよび加速車線の別に、単位毎の積算を行なつてゐる。交通管理施設(防護柵等)はランプ延長に対して、照明費はランプ延長プラス本線両側延長に対する延長当り工費を乗じて求めた。造園費はインターチェンジ全面積に対して平均単価により計算し、標識は完全立体型と平面交差型の2種にわけて積算した。

この他、用地面積は標準設計図から個々に求積されている。標準設計を行なつた型式の個々の数値は次節以降で示す。

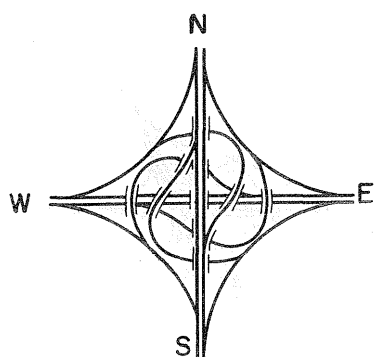
### 4-1-3 定量的型式比較(I)一完全立体型

#### 4-3-1 比較型式とその設計

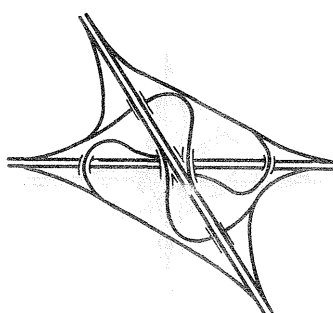
定量的比較とは、各型式の建設費、走行費用等の具体的数値を各種条件に対して求め、代表的な型式の優劣、適用性を論じようとするものである。設計比較型式としては、図-4・3に示すように、11の基本型式に対して斜め交差の場合も含め、18種の形を選んだ。このうち6基本型式については既に標準設計が行なわれているが、残りの12種については、1/5,000の概略計画図を描き、これにより工費積算や走行距離等を求めた。この場合、1/2,000で行なつた標準設計と精度上の相違が出てくるので、標準設計を行なつた型式に対しても、他と同様の1/5,000による概略計画図を描き、すべての比較形に対して相対的に精度が等しくなるようにし、その上で標準設計における積算を基準として全比較形の積算を行なつた。

#### 4-3-2 建設費における比較

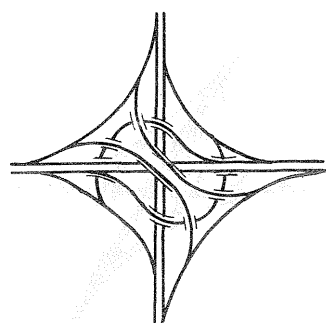
まず積算結果を表-4・5に一覧表として掲げよう。これには各型式毎に、用地面積と工費とを示し、また工費の多寡をもたらす主要な指標であるランプ延長、橋面積および土工量も併せ掲げてある。以下この表から知られるところを検討する。



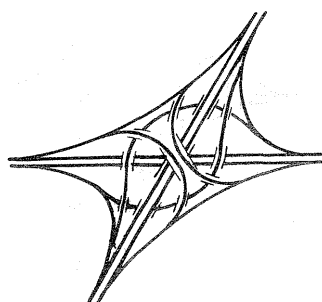
(1) 4SS(out) 直



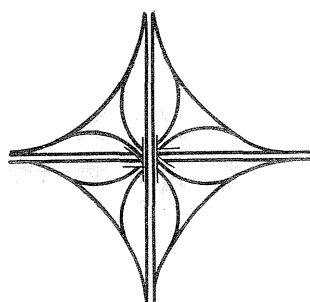
(2) 4SS(out) 斜



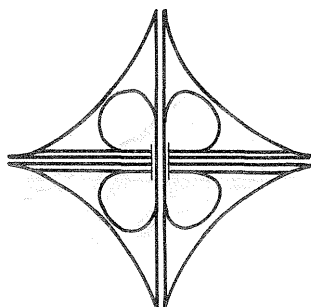
(3) 2SS(in)2SS(out) 直



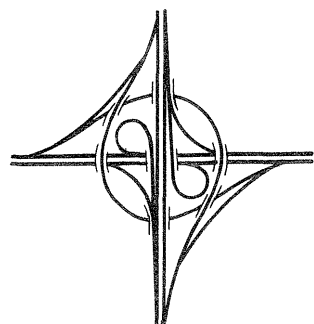
(4) 2SS(in)2SS(out) 斜



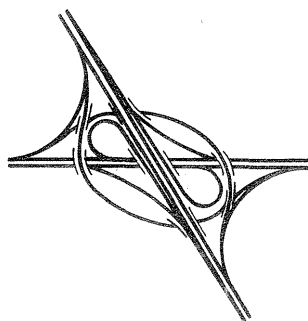
(5) 4SS(in) 直



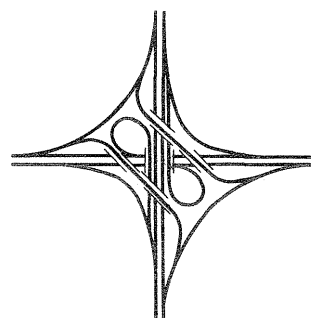
(6) 4L 直



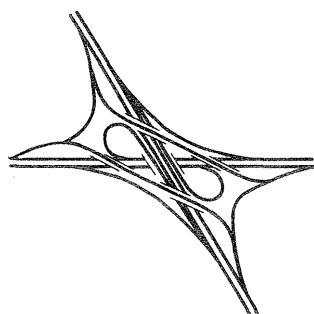
(7) 2SS(out)2L(center) 直



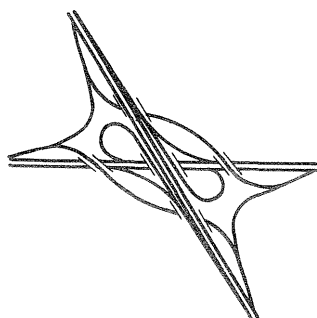
(8) 2SS(out)2L(center) 斜



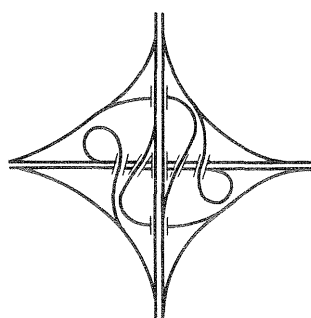
(9) 2SS(in)2L(center) 直



(10) 2SS(in)2L(center) 斜-1



(11) 2SS(in)2L(center) 斜-2



(12) 2SS(out)2L(in) 直

四-4-3 設計比較型式 (完全立体型) - その1 -

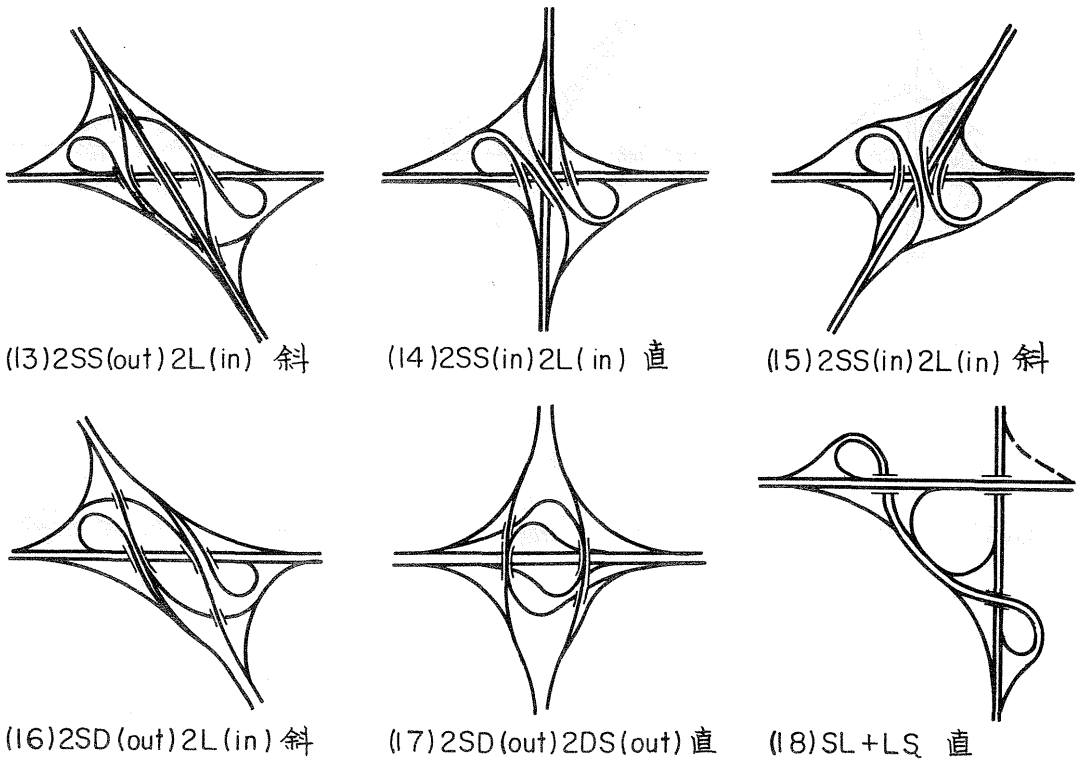


図-4-3 設計比較型式（完全立体型）－その2－

#### (1) 用地面積

用地面積は最小 $73,000m^2$ から、最大 $146,000m^2$ と丁度2倍の開きを示している。このうち最も面積の少ないのは、S・L+L・S（ダブルランベツト型）である。これは本線交差部とランプとで囲まれる3角形の部分を含めていないので、無駄な空間が少なくなっているためである。

対象形をなす他の17形については、最大は4L（クローバー型）となるのは予想され得る所であるが、最小はループを含む3層型〔2SS(in)2L(center)直と2SS(in)2L(in)直〕である。ループを含まない3層型〔2SS(in)2SS(out)〕や4層型〔4SS(in)〕などの面積が、4L以外の2層型の各型式にくらべて、ほとんど変りがないことが注目される。これは縦断制限距離をとることによってランプの拡散することの影響である。例えば標準設計によれば、4SS(in)では平面線形では許容最小半径（この場合 $R=80m$ ）は使用されていない。したがって縦断勾配をもつと急にすることを許容すれば、面積の縮小は可能である。事実ロサンゼルスにある4層型では、9%近い勾配が使用されている。

ループを含む点対称型の2層型と3層型をくらべるならば、3層型の方が面積が少

ない。このような常識的な一般傾向が、上述の例のように線形条件を特別に配慮しないと必ずしも常には出てこないことに留意さるべきである。

同一型式の直交と斜交の場合とは、一般的にどちらが面積が多いというようには断じられない。例えば4SS(out)では斜交の方が増えているが、2SS(in)2SS(out)では減少している。後者は点対称型であるために、SS(out)のランプを用いる象限が広がった場合に、この型の持つ利点がうまく発揮されたからである。

表-4.5 完全立体型の建設費比較

No	型式(記号名)	角 階 度 層	用地面積 ( $m^2$ )	ランプ延 長(m)	橋面積 ( $m^2$ )	土工量 ( $m^3$ )	工 費 ( 円 )
1*	4SS(out)	直 2	11 2,720	3,460	2,552	269,190	5 43,728
2	〃	斜 2	11 3,070	3,420	2,282	3 08,790	55 6,323
3*	2SS(out)2SS(in)	直 3	11 3,900	3,840	6,586	2 58,210	78 2019
4	〃	斜 3	9 6,770	3,720	5,805	2 82,630	73 9,170
5*	4SS(in)	直 4	11 1,860	3,830	12,604	3 73,200	97 0,665
6*	4L	直 2	14 6,240	4,290	1,002	24 6,600	51 6,775
7*	2SS(out) 2L(center)	直 2	11 7,920	4,000	3,903	23 8,370	62 1,636
8	〃	斜 2	9 6,640	3,620	3,371	25 9,510	58 9,595
9	2SS(in)2L(center)	直 3	8 5,200	3,180	4,427	21 5,330	61 4,245
10	〃	斜 3	8 3,490	3,320	5,609	21 4,650	68 3,398
11	〃	斜 2	10 6,760	3,400	2,608	24 3,150	49 8,805
12	2SS(out)2L(in)	直 2	11 8,330	3,480	2,256	26 4,310	53 4,339
13	〃	斜 2	11 6,620	3,510	2,508	28 2,770	55 6,153
14	2SS(in)2L(in)	直 3	8 5,460	2,920	3,990	24 4,590	64 1,510
15	〃	斜 3	9 6,770	3,280	4,909	29 6,490	68 6,666
16	2SD(out)2L(in)	斜 2	10 7,550	2,820	1,194	19 2,300	42 9,203
17	2SD(out)2DS(out)	直 2	12 4,900	2,640	942	15 1,870	35 0,494
			** (92,690)				
18*	S・L + L・S	直 2	7 3,330	3,445	1,539	13 8,100	39 5,165

\* 1/2,000 縮尺標準設計を行なった型式

\*\* ( )内は本線の設計速度を80 Km/hとした場合。

ループを狭角象限に用いるときは直交より斜交の方が面積が共通して減少している。

内側合分流の型式である2SD(out)2DS(out)は、本線的设计速度100 Km/h のときは124,900m<sup>2</sup>で4Lの次に大きい、これを本線设计速度80Km/h に対して设计すると、面積は92,690m<sup>2</sup>と26%も減少する。内側合分流の型式が本線设计速度の低いときに適用されるべきことの例証である。

## (2) 工 費

工費の方が、用地面積より各型式間で相対的な差が大きい。最も少ないのは2SD(out)2DS(out)の3億5千万円、最大は4層型の9億7千万円で、約3倍の開きがある。これはほとんど橋面積に比例的であり、また橋面積は交差階層が多くなるほど大となる。そのため、階層が多くなるほど工費が大になるという結論は一般的に言い得る。ただこれは標準設計を基にしたこの設計積算において、必要最小限度しか橋梁とせず、一般に土工事を主体としたからであつて、用地事情その他で、本線およびランプに全般的に橋梁を用いる場合であると、必ずしも表-4・5に見られるような顕著な差は見られないであろう。

## (3) 工費と用地面積の関係

建設費総額は工費と用地補償費の総計額で計られる。用地補償費は用地費単価によつて異なるから、建設費総額も用地単価の関数として扱えられる。

図-4・4に直交の場合の各型式の用地単価と建設費の関係を示す。全般的に用地補償費の占める比重が大きく、工費のみは5~10億円であるのに対して、m<sup>2</sup>当り用地単価1万円では工費と用地補償は同額となり、m<sup>2</sup>当り3万円の用地単価では全建設費の75~80%を用地補償費が占め、総建設費は25~45億円にも達する。

これらの点からして、建設費の観点より見るならば、型式選定の判定は用地面積の大小によりほぼその評価が定まるといつて過言ではない。工費の安いクローバー型の有利な条件はm<sup>2</sup>当り用地単価3,000円に満たない部分で既に消え、他の型式に取つて変わられる。その他の型式間では、むしろ工費の多い型式は用地面積もまた多いという傾向も見せているために、用地単価のかなり低い部分を別にすれば、用地面積の少ない型式が総建設費においても安いことを示している。

インターチェンジは、道路の本線部分と異なり直接道路数として使用する面積の他に、ランプの交錯によつて生じる空地を持つているので、その大小が用地面積に大きな影響を与えている。土地の高度利用が行なわれ、用地価格の増大傾向が顕著なわが国では、用地面積が少なくなる型式を選び、またそのような影響を得るよう努力することは非常に重要な問題である。



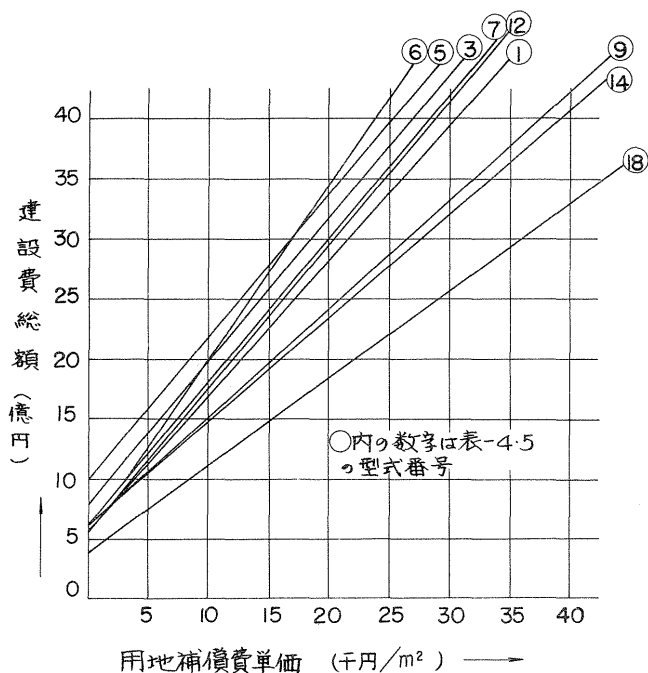


図-4-4 用地単価と建設費

#### 4-3-3 走行費における比較

インターチェンジの経済性を論ずるには、利用交通の走行費用を忘れることはできない。インターチェンジの走行費用を計算するのに、一つの尺度として「迂回距離」を用いる。これは本線の交差部で交通が一方の本線車道から他の本線に移ったと仮定した場合の距離と、実際のランプ走行の際の距離の差をもつてあらわす。図-4・5において、ランプの始端A B間で、交差部通過距離A C Bに対するA D BまたはA E Bの距離との差が迂回距離である。直結ランプ（左折および右折）では一般に迂回距離は負となり、外廻りランプやループでは正值を得る。表-4・6は各比較型式に対するランプ毎の迂回距離である。最後のSL+LS（ダブルトランペット）を除き、

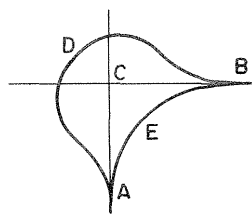


図-4-5

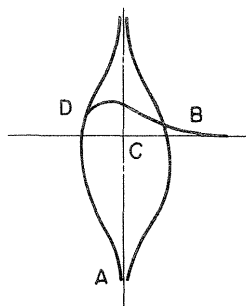


図-4-6

表-4・6 完全立体型の迂回距離比較

(単位:m)

No	型式 (記号名)	角度	階層	S-W (N-E)			S-E (N-W)			総計*	交通量による重みつき	
				左折	右折	計	左折	右折	計		2:1	3:1
1	4SS(out)	直	2	-180	300	120	-180	300	120	480	480	480
2	〃	斜	2	-90	205	115	-305	410	105	440	446	450
3	2SS(out)2SS(in.)	直	3	-125	65	-60	-210	355	145	170	33	-35
4	〃	斜	3	-260	50	-110	-100	190	90	-40	-174	-240
5	4SS(in.)	直	4	-175	45	-130	-175	45	-130	-520	-520	-520
6	4L	直	2	-200	440	240	-200	440	240	960	960	960
7	2SS(out)2L(center)	直	2	-115	355	240	-195	360	165	810	860	885
8	〃	斜	2	-30	205	175	-310	385	75	500	566	600
9	2SS(in.)2L(center)	直	3	-110	-10	-120	-190	355	165	90	-100	-195
10	〃	斜	3	-75	-20	-95	-330	400	70	-50	-160	-215
11	〃	斜	2	-45	20	-25	-335	395	60	80	14	-15
12	2SS(out)2L(in.)	直	2	-170	330	160	-185	460	275	870	793	755
13	〃	斜	2	-90	180	90	-365	600	235	650	553	505
14	2SS(in.)2L(in.)	直	3	-100	90	-10	-295	440	145	270	167	115
15	〃	斜	3	-250	105	-145	-70	400	330	370	54	-105
16	2SD(out)2L(in.)	斜	2	-50	80	30	-240	410	170	400	306	260
17	2SD(out)2DS(out)	直	2	-90	50	-40	-90	50	-40	-160	-160	-160
18	S・L+L・S**	直	2	S→W	W→S	S-W	S→E	E→S	S-E	5,060	5,000	4,970
				-340	-80	-420	840	450	1,290			
				N→E	E→N	N-E	N→W	W→N	N-W			
				1,980 (-100)	880	2,860 (780)	850	480	1,330	(2,980)	(2,226)	(1,850)

\* 総計欄は左欄の合計量を2倍したもの。同じく右2欄は、交通量がS-WおよびN-E方向とS-EおよびN-W方向とが、それぞれ2:1および3:1である場合の重みつきの値、総計欄はこの比が1:1である場合に相当する。

\*\* ( )内はN→E方向について直結ランプを設けた場合(図-4・3(18)の点線で示したランプ)

すべて点対称型であるから、一方のみを示し、総計において2倍している。またNo16および17に見られるような本線広分離型では、架空の中心線を引き、これを基礎に迂回距離を計算した(図-4・6参照)。

まず、個々のランプ結合型式に対する平均的な迂回距離を、表-4・6からNo18のダブルトランベット型を除く17箇所について調べるならば、表-4・7が得られる。

当然予想されるように、L(ループ)が最も大きな迂回距離をもつ。SS(out)がそれに続くが、SS(in)では非常に小さくなる。外廻りランプでもSD(out)やDS(out)はSS(out)に比すれば非常に小さい。

このような長短それぞれの迂回距離を持つ各ランプ結合が組合わさつて、一つの型式の総迂回距離が求められる。なお、左折ランプ負値をとっており、組合わせいかんによつては、全体として負値を生ずることもある。

表-4・6の示すように、最も迂回距離の短いSS(in)のみで構成される4SS(in)[4層型]が当然全体としても最小迂回距離を持ち、非対称型として特殊なダブルトランベット型を除き、最大は4L(クローバー型)となり、他の型式はいずれもその中間に位置する。

これらの迂回距離の示すものは、交通量の大小、その方向性のいかんによつて利用者の走行費用の損失として具体的にあらわれてくる。インターチェンジ利用交通量(インターチェンジにおける屈折交通量)が多くなれば、当然それに比例して走行費用は増大する。また4象限対称型では、交通の方向性はインターチェンジ利用交通量の総量に変わりがなければ、交通配分がどのようなであつても総走行費用は変わらないが(ただし、ある方向の往復については交通量は等しいものとする)、点対称その他方向によつて迂回距離の異なるものについては、利用交通総量が同一でも、交通の方向分布が異なれば、異なつた値を示す。

表-4・6の最右欄にインターチェンジ交通量が方向性を持つ場合の重みを付したランプ迂回距離を示す。これは図-4・7に見るように、S-WおよびN-E方向に交通量を多く与え、これとS-EおよびN-W方向の交通量の比が2:1および3:1となつた場合の重みを付したものである。単純なランプ迂回距離総計値は、すべての方向の交通量が等しい場合を与えていることになる。

重みをつけたことによつて迂回距離が少なくなるのは、迂回距離の長い方に交通量

表-4・7 ランプ結合の平均迂回距離

ランプ結合名称	平均迂回距離(m)
L	424
SS(out)	283
SS(in)	43
SD(out)およびDS(out)	60
左折直結ランプ	-176

を少なく割り当てた場合である。図-4・3に見られるように、点対称型式に対しては、より長いランプ（例えばループ）をN-WおよびS-E象限の連絡ランプとして割り当ててあるから、表-4・6の重みをつけた迂回距離は一般に重みを付さない場合より短くなっている。また、これらの傾向は斜交の場合の方が一般により顕著である。

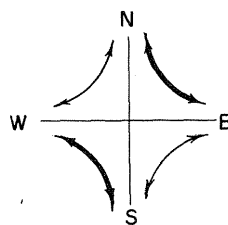


図-4-7

以上から走行経済的に、ループを交通の少ない方へ用いることの正当性が実証されたわけであるが、表-4・6をよく注意して見るならば、No7および8の2SS(out)2L(center)では、交通に重みを付すると、総迂回距離が長くなっている。これは、左折直結ランプにおいてループに対応するE→SおよびW→Nの左折ランプが大きく短絡しており、ループによる距離損失を補なつて余りあるからである。

このことは、一つの象限に対して右折ランプの距離のみに着目せず、その帰りのランプとでも称すべき左折ランプについても同時に評価しておかねばならないことを示している。

ダブルトランペット型はこのような対称的な交通配分の場合には、他に比して格段に大きい迂回距離を示しており、S-W1方向のみが他の方向に比し特別に大きい交通量を持つ場合でないと走行損失が大きいことを物語っている。なおN→Eの方向については実に1,980mという莫大な迂回距離を示しているが、これは図に点線で示したような直結ランプを付加することで解消する。名神高速道路京都南インターチェンジにこの種の例がある。出口2箇所という運用上の難点を別とすれば、このような短絡路の有効性は高い。

つぎに、このような迂回距離の大小が、価値換算として、建設費項目とどの程度に對抗しうるかを見てみよう。

最も迂回距離の大きい4L(クローバー型)の総迂回距離は960mであるが、この走行費用の総額はつぎのように見積られる。

インターチェンジ屈折交通量  $g=10,000$  台/日(初年度)

単位交通費用  $c=39.21$  円/km (バイパス道路規格の交通費用を適用)

現在価値係数  $k=31.438$  (本線初年度交通量10,000台、交通増加率0.07の場合)

総迂回距離  $l=0.96$  km

とすれば、交通量は4方向に分けられるから、走行費用の現在価値総額  $Z$  は、

$$Z = \frac{1}{4} \times 365 g \cdot c \cdot k \cdot l = 0.25 \times 365 \times 10,000 \times 39.21 \times 31.438 \times 0.96 = 11.0 \text{ 億 円}$$

また迂回距離の最も少ない488(in)〔4層型〕では、 $\ell = -0.52$  Kmであるから、 $Z = -5.6$  億円となり、その差は16.6億円である。この値は建設費に対して機会費用を考慮し、相対的に利用者費用(走行費用)を低く評価しても、なおかつこの要素を考慮せずにインターチェンジ型式の適切な選択が行ない得ないことを示している。

#### 4-3-4 総合評価

インターチェンジ型式の経済的評価は、このように用地補償費と工費とから成る建設費と、利用者の走行費用の両者の総合判断によつて行なわれねばならない。

建設費は用地費の関数として扱えられ、走行費は交通量の関数として与えられる。したがつて、この両者の変化に対応する各型式の総費用を求める。この場合、機会費用を考慮するならば、総費用は次式により求まる。

$$F = (U + M_k) \tau + Z \quad \text{--- (4.5)}$$

ただし、 $F$  : 総費用(現在価値)、 $U$  : 建設費(工費および用地補償費)

$M_k$  : 年維持費用の現在価値、 $\tau$  : 機会費用係数

$Z$  : 走行費用(現在価値)

上式は費用便益差を求めるときの計算と同一であるが、いま問題としているのは、主体として建設費用であり、走行費用は、便益というよりも、各型式間の相対的な附加費用としての意義を持つている。そのため、式(4.5)を機会費用係数 $\tau$ で割つた値を用いる方が、理解が容易である。このことによつて、相対的な比較には全く影響はない。また維持費については、各型式間に大きな差異はないので省略することとする。

以上から、次式をもつて総費用を求めることとする。

$$F = U + Z/\tau \quad \text{--- (4.6)}$$

上式により、用地単価およびインターチェンジ屈折交通量の各レベルに対して、各型式の比較を行なつたのが表-4.8および4.9である。機会費用係数としては、2を採用した。

用地単価としては、1,000、5,000および10,000円/ $m^2$ の3段階を、またインターチェンジ屈折交通量としては、1,000、3,000および10,000台/日の同じく3段階を用いたので、1型式について9組の比較が求められた。表-4.8の(A)は、直交型式10箇に対する、交通方向がすべて等しい場合の比較である。各組合せ毎に、総費用の少ない順位を1位から3位まで、また多い方から1、2、3の順位を付した。

各型式にはそれぞれ特質があり、用地面積の少ないものは、当然ながら用地単価の

高いときに有利であり、また迂回走行距離の短いものほど、交通量の多いときに有利である。これらと総合し、9組の場合についての上下からの順位各3位の各型式毎の合計が表の右端に示されている。このようにして与えられた評点から、各型式の全体的な優劣が判断できる。表-4・8の(B)もインターチェンジ屈折交通量が方向的に不均等であり、S-WおよびN-E方向(第2および第4象限)に3、S-EおよびN-W方向(第1および第3象限)に1の割合で配分されたときの総費用比較である。同様に、表-4・9は斜め交差8種についての総合比較である。

これらの定量的な比較から求められた全体的および個別的な完全立体型インターチェンジの評価をつぎに記す。

- i) 4L(クローバー型)は、これまでしばしばインターチェンジの代表的型式とされて来たが、定量的比較からすれば、用地面積が過大なことと、すべての象限にループを持つことによる迂回距離の大きさのために、総費用の上で、他の型式に比し低位に甘んじなければならない。既に過去の形式に属すると称されるべきであろう。
- ii) 4SS(in)は4層型として知られているが、既に見たように、縦断制約距離のため、予想外に面積が小さくならず、また構造物工費の過大さのために、一般に他の型式より不利な場合が多いが、迂回距離が少ないから、インターチェンジ屈折交通量が10,000台/日以上に他の型式と比肩し得る。使用条件が比較的限定される型式である。
- iii) これに対して4SS(out)[ともえ型]は、直交的交差においては、用地単価、交通量のどのような条件の組合わせにおいても、特に不利な場合を生じない。非常に採用し易い型式であるといえる。最近アメリカで、この型式が増え始めたのは、このような特質のためと考えられる。ただ、斜め交差では他のループ付型式に劣る。
- iv) ループ2箇を点対称的に配置した諸型式は、総費用的に、直交、斜交、交通量の配分等にかかわらず、一般に優位な位置を占める。ただこのことから、一概にこれらの諸型式が、他のループを持たない型式より常に優れていると断ずるべきではない。なぜならば、この設計比較において、他のランプが設計速度50Km/h(最小半径80m)で設計されているのに、ループに対してのみ40Km/h(最小半径50m)として設計されており、運用上、全く同一条件で比較されているわけではないからである。やはりループに交通が少ないときに有利な型式であるといえる。

点対称2ループの各種型式を総費用的に比較した結果は、ループ以外の象限に

表-4・8 完全立体型総費用比較表-(1) 直交の場合

(A) 交通量1:1 [S-W(N-E):S-E(N-W)]

(単位:百万円)

No	型 式	用地単価 a=1,000 円/m <sup>2</sup>						a=5,000 円/m <sup>2</sup>						a=10,000 円/m <sup>2</sup>						順 位 数					
		g=1,000 台/日		3,000		10,000		1,000		3,000		10,000		1,000		3,000		10,000		1	2	3	3	2	1
1	4SS(out)	2	690	3	744		933		1,142		1,196		1,385		1,707		1,711		1950	1	1				
3	2SS(out)2SS(in)	2	905		925		997	2	1,362		1,381		1,458		1,932		1,951		2,018					2	
5	4SS(in)	1	1,054	2	996	3	791	1	1,502	2	1,444		1,238	1	2,062	3	2,004		1,748		1	1	2	3	
6	4L		717		825	2	1,203	3	1,301	3	1,409	2	1,787	2	2,031	2	2,139	2	2,481				2	5	
7	2SS(out)2L(c)	3	786	3	987	3	1,196		1,258		1,349	3	1,668	3	1,848	1	2,258		1,758				5		1
9	2SS(in)2L(c)	3	699	2	701	2	704	2	1,039	2	1,041	2	1,044	2	1,465	1	1,466	1	1,469	2	6	1			
12	2SS(out)2L(in)		701		799		1,142		1,173		1,271		1,614		1,763		1,861	3	2,203				1		
14	2SS(in)2L(in)		741		771		878	3	1,081	3	1,106	3	1,218	3	1,516	2	1,536	3	1,643		1	5			
17	2SD(out)2DS(out)	1	513	1	495	1	407	1	1,013	1	995	1	932		1,638	3	1,620	2	1,557	6	1	1			
18	SL+LS***		751	1	1,321	1	3,314		1,083	1	1,613	1	3,606	1	1,408		1,977	1	3,971	1					5
	◇ (直結路付)		(635)		(970)		(2,148)		(876)		(1,762)		(2,436)		(1,792)		(1,628)		(2,801)						

\* g:インターチェンジ屈折交通量

\*\* この型式の走行費用には、本線迂回のための本線交通量の走行費用増加分を含む

\*\*\* 順位の算定には含まない。

(B) 交通量 3:1

No	型 式	用地単価 a=1,000 円/m <sup>2</sup>						a=5,000 円/m <sup>2</sup>						a=10,000						順 位 数					
		g=1,000 台/日		3,000		10,000		1,000		3,000		10,000		1,000		3,000		10,000		1	2	3	3	2	1
1	4SS(out)	3	690	3	744		933		1,142		1,196		1,385		1,707		1,711		1,950				2		
3	2SS(out)2SS(in)	2	894		886		872	2	1,350		1,342		1,332	3	1,920		1,912		2,102				1	2	
5	4SS(in)	1	1,054	2	996		791	1	1,502	2	1,444		1,238	1	2,062	2	2,004		1,748				3	3	
6	4L		717		825	3	1,203	3	1,301		1,409	2	1,787	2	2,031	1	2,139	2	2,481				2	3	1
7	2SS(out)2L(c)	3	789	3	889	2	1,238		1,262	3	1,361	3	1,710		1,852	3	1,951	3	2,300				6	1	
9	2SS(in)2L(c)	2	688	2	666	2	589	2	1,028	2	1,006	1	929	2	1,453	1	1,431	1	1,355	3	6				
12	2SS(out)2L(in)		695		779		1,077		1,166		1,251		1,549		1,757		1,841		2,149						
14	2SS(in)2L(in)		728		746	3	790	3	1,073	3	1,085	3	1,130	3	1,498	2	1,511	2	1,555		2	5			
17	2SD(out)2DS(out)	1	513	1	495	1	407	1	1,013	1	995	2	932		1,638	3	1,620	3	1,557	5	1	2			
18	SL+LS		746	1	1,305	1	3,764		1,043	1	1,697	1	3,555	1	1,403		1,962	1	3,921	1					5
	◇ (直結路付)		(572)		(779)		(1,508)		(864)		(1,072)		(1,801)		(1,228)		(1,437)		(2,666)						

表-4・9 完全立体型総費用比較地 (2) 斜交の場合

(A) 交通量 1 : 1

(単位:百万円)

No.	型 式	用地単価 a=1,000 円/m <sup>2</sup>						a=5,000 円/m <sup>2</sup>						a=10,000 円/m <sup>2</sup>						順 位 数		
		g=1,000 台/日		3,000		10,000		1,000		3,000		10,000		1,000		3,000		10,000		1	2	3
2	4SS(out)	3	694	3	743	3	917	1	1,146	1	1,195	2	1,369	3	1,711	2	1,760	2	1,934	2	2	3
4	2SS(out)2SS(in.)	1	836	2	836		834	1	1,224		1,224	3	1,222	2	1,709		1,709	3	1,707	2	2	2
8	2SS(out)2L(c)		715		772	2	969		1,103	1	1,659	3	1,357	3	1,588	3	1,645		1,842	2	1	1
10	2SS(in.)2L(c)	3	763		757	2	738	3	1,095	3	1,089	1	1,070	1	1,510	1	1,505	1	1,485	4	1	2
11	〃 (2層)	2	661	1	620	1	651	2	1,038	1	1,048	2	1,079	2	1,573	2	1,583	2	1,614	3	6	
13	2SS(out)2L(in.)		709	3	785	1	1,043		1,173	2	1,246	1	1,501	1	1,749	1	1,826	1	2,082		1	1
15	2SS(in.)2L(in.)	2	803	1	845		890	2	1,187	3	1,229		1,374		1,677	3	1,718	3	1,864		3	2
16*	2SD(out)2L(in.)	1	598	2	642	3	800	1	1,025	2	1,070		1,227		1,615		1,667		1,817	2	2	1

\* この型式の走行費用には、本線迂回のための本線交通量の走行費用増を含む。

(B) 交通量 3 : 1

No.	型 式	用地単価 a=1,000 円/m <sup>2</sup>						a=5,000 円/m <sup>2</sup>						a=10,000 円/m <sup>2</sup>						順 位 数		
		g=1,000 台/日		3,000		10,000		1,000		3,000		10,000		1,000		3,000		10,000		1	2	3
2	4SS(out)	3	694	3	745	2	922	2	1,146	3	1,197	3	1,374	2	1,711	2	1,762	2	1,939	1	3	5
8	2SS(out)2L(c)	2	721	1	788	1	1,025	3	1,109	2	1,176	2	1,412	3	1,594	3	1,661	3	1,897	1	3	3
10	2SS(in.)2L(c)	1	754	3	730	3	645	3	1,086	3	1,062	1	977	1	1,502	1	1,477	1	1,492	4	4	1
11	〃 [2層型]	2	605	1	604	2	598	2	1,033	1	1,032	2	1,026	2	1,563	2	1,562	2	1,561	2	7	
13	2SS(out)2L(in.)	3	701	2	754	1	456	1	1,165	1	1,221	1	1,420	1	1,744	1	1,801	1	2,000	1	1	1
16	2SD(out)2L(in.)	1	590	2	619	3	721	1	1,017	2	1,046	3	1,148	3	1,606	3	1,636	3	1,736	2	2	3
4**	2SS(out)2SS(in.)		823		768		700		1,211		1,156		1,088		1,696		1,641		1,573			
15**	2SS(in.)2L(in.)		776		760		723		1,166		1,149		1,107		1,650		1,638		1,597			

\*\* この2型式は斜角の方向が他の型式と逆であるので、順位算定には含めない。



内廻りのSSランプか、またはDS、SDの準直結ランプを用いた構造型式が迂回距離が短いことが影響して有利な場合が多い。用地単価が高くなれば3層型式が有利となる。

- V) 直交の場合、一方の本線車道が広分離型である、No.17の2SD(out)2DS(out)が際立つた有利性を示している。これは用地面積が多いのにもかかわらず、工費が低廉であることと、迂回距離の短いことが重なって有利に働いているためである。この比較計算では、本線設計速度が100Km/hの場合の用地面積を用いており、さきに述べたように設計速度80Km/hに対する設計では、用地面積は26%も減じうるから、費用的にはさらに有利となる。

この型式の運用上の問題点として一方の本線において、内側合流を生ずることおよび内側織り込みの生ずることがある。後者に対しては、内側に集散路を付することで容量上

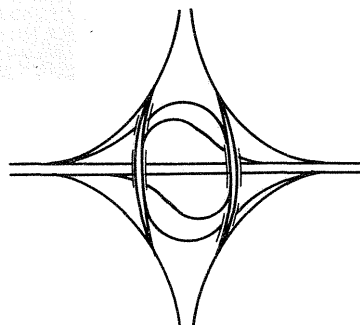


図-4-8 集散路を付けた  
2DS(out) 2SD(out)型

の隘路を改善することができる

(図-4・8)。また内側分流または合流の問題については、最近Pinnel等が、適切な事前標識と長い加減速車線を与えるならば、他の条件から必要であれば、内側合分流型式のランプを用いてもよいとする、従来よりも内側ランプへの積極的な見解を示している<sup>(2)</sup>こともあり、このような一方が広分離の型式の有用性は、今後さらに検討されねばならない。

例えば、このDS・SD型で内廻りの2DS(in.)2SD(in.) (基本図形集番号[13])は、内廻り同士の交差であるから基本的には4層であるが、実際には3層に近く(図-4・9参照)、4SS(in.)との総合的な比較がさらにのぞまれるところである。

- VD 同様な一方が広分離型の総費用上における比較として、図4-3のNo.13とNo.16に対比される。斜め交差における2SS(out)2L(in)と2SD(out)2L(in)とを較べて見よう。

この両者はきわめて類似した形態を持ち、後者が一方の本線で内側合流があるというのみの相違である。しかも用地面積、工費および走行費用すべての面で後者が優れている。したがって、もし内側合流に対する加速車線を充分に取るなどの処置をすれば、後者の持つ欠点にほとんど除かれるであろう。2SD(in.)2L(in.)

の斜め交差部  
における有用  
性は十分に記  
憶されるべき  
である。

Vij) No.4の2SS  
(out)2SS  
(in)とNo.1  
5の2SS(in)  
2L(in)は、  
斜め交差部に  
おいて、図-

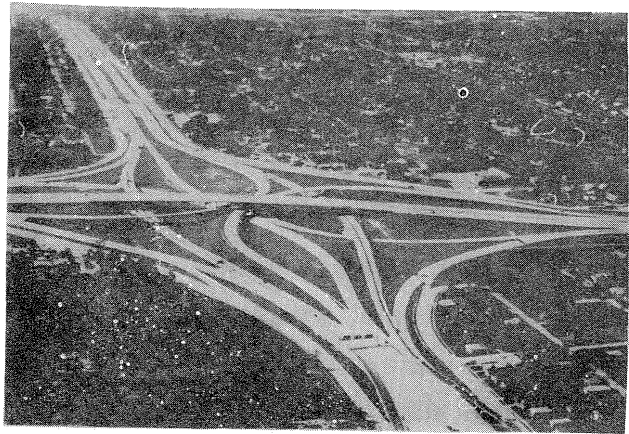


図-4・9 2DS(in)2SD(in)の実施例  
(アメリカ・テキサス州ヒューストン)

4・3に見られるように、他の型式と逆方向に傾斜したときに構造的に適している。このことは、この両者が、他と異なり、狭角象限を結ぶ方向の交通が、広角象限の交通より多いという特別な場合に適するものであることを意味している。この両者では、交通量の総数の少ないときはループを有する2SS(in)2L(in)型が、交通量の総数の多いときは2SS(out)2SS(in)型がそれぞれ有利である。

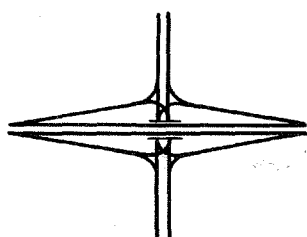
#### 4-4 定量的型式比較(Ⅱ)一平面交差型

##### 4-4-1 建設費における比較

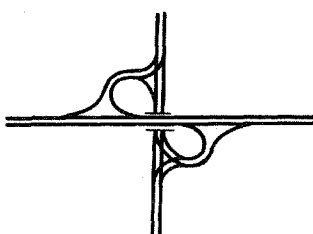
標準設計として採用した型式は、図-4・7に略図を示したもつとも一般的なダイヤモンド型、不完全クローバーA型、同直結路付A型およびトランベットA型である。

これら4型式に対して、それぞれ高速道路が交差道路の上にある場合と、高速道路が下にある場合と双方について設計および積算を行なった。ただし巻末の標準設計図には、高速道路が上の場合についてのみ掲げてある。

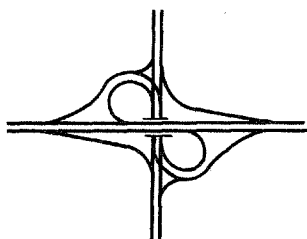
表-4・10に用地面積と工費および主要工種数量を一覧表として掲げた。完全立体型と同様、すべて本線のみで当然必要とされる面積や費用は差し引かれている。接続道路は4車線非分離の一般道路を想定し、チャンネリゼーション等によつて拡幅されるための費用は、インターチェンジ費用として計上されている。ダイヤモンド型など、ランプ橋のない型式で橋面積が計上されているのは、チャンネリゼーションや変速車線のための拡幅による交差橋の増分である。



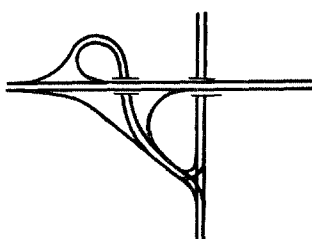
(1) ダイヤモンド型



(2) 不完全クローバー型



(3) 直結路付  
不完全クローバー型



(4) トランペット型

図-4-10 設計比較型式 (平面交差型)

表-4・10 平面交差型の用地面積と工費

型 式 名 称	高速道 路位置	用地面積 ( $m^2$ )	ランプ延 長 (m)	橋 面 積 ( $m^2$ )	土 工 量 ( $m^3$ )	工 費 (千円)
ダイヤモンド型	上	27,370	1,130	780	98,830	200,257
	下	36,000	1,130	500	92,770	174,928
不完全クローバ ー A 型	上	42,950	1,360	1,050	102,054	227,615
	下	45,500	1,360	275	101,540	172,304
直結路付不完全 クローバーA型	上	57,150	1,830	1,050	139,610	279,454
	下	61,050	1,830	275	138,040	219,945
トランペツト型	上	41,300	1,955	1,050	73,000	233,450
	下	49,240	1,955	800	145,000	234,044

一般道路側のチャンネリゼーションによる拡幅は、容量のバランスを考慮し、ダイヤモンド型では交差部入口4車線、出口3車線、合計7車線に拡幅して、前後をすり付け、不完全クローバー型は入口3車線、出口2車線、合計5車線とした(巻末標準設計図参照)。

また表-4・11 は用地単価別に全体建設費を算出したものである。

表-4・11 平面交差型の用地単価別全体建設費

(単価:千円)

型 式 名 称	高速道路位置	用地単価 (円/m <sup>2</sup> )			
		1,000	5,000	10,000	30,000
ダイヤモンド型	上	227,627	337,107	473,957	1,021,357
	下	210,928	354,928	534,928	1,254,928
不完全クローバー A 型	上	270,565	442,365	657,115	1,516,115
	下	217,804	399,804	627,304	1,537,304
直結路付不完全クローバー A 型	上	336,604	565,204	850,954	1,993,954
	下	280,995	525,195	830,445	2,051,445
トランペット型	上	274,750	439,950	646,450	1,472,450
	下	283,284	480,244	726,444	1,711,244

表-4・10および11から、いくつかの特徴を以下のように導くことができる。

(1) 高速道路の上下関係における差異

各型式に共通して、高速道路が交差道路の上を通る場合と下を通る場合とを比較すると、面積においては高速道路下部型がより広く、工費(用地費を含まない)においては高速道路上部型がより多い。そのため用地単価によつて異なるというもの、用地費および工費を合計した建設費全体とすれば、高速道路の上下関係がいずれとなつても大差なく、特に型式の比較におよぼすような影響はほとんど生じない。

(2) 用地面積と建設費

第2点として、各型式を比較して、ダイヤモンド型から不完全クローバー型および同直結型と進むにつれて、用地面積も増大する一方、工費もまた増大する。その結果、さきに考察した完全立体型の場合のように、用地単価によつて最小建設費となる型式が異なるという状態を生じない。したがつて、これら平面交差型の各型式の採用条件は、もつぱら交通運用、特に交通容量との関係および走行経済性にかかってくるのである。

(3) 完全立体型との比較

表-4・10を表-4・5完全立体型と対比すると、面積において完全立体型の約75,000m<sup>2</sup>から約150,000m<sup>2</sup>に対して、平面交差型では、わずか27,000m<sup>2</sup>から61,000m<sup>2</sup>とほぼ3分の1であり、工費においても完全立体型が約4.35億円から10億円であるのに対して、平面交差型は1.72億円から2.79億円と、

これもまたほぼ3分の1を算するのみである。

このように、建設の費用面からすれば、平面交差型は完全立体型に対して格段に安く、両交差道路の性格と交通容量の観点から運用上許容しうるならば、できるだけ平面交差型を採用することが推奨される。(クローバー型を不完全クローバー型と比較したとき、用地面積および工費において前者が後者の2倍以上となつてゐるのは、高速道路交差のため、外側接続路の線形の良いこと、織り込み区間をとる必要のあることおよび集散路を設けたことなど、規格上の相違によるものである。)

#### 4-4-2 運用面を考慮した型式比較

平面交差型の型式比較が完全立体型におけるそれと異なる特徴は、i) 走行経済性の算定に当つて、ランプ延長に比例する走行費用の他に、交差のための停止時間損失を考慮すること、ii) その際ランプ交通のみならず、本線(平面交差を含む通過車道)交通の停止損失を考慮しなければならないこと、およびiii) 交通容量を本線交通容量と関連させて考慮しなければならないこと、である。このように本線交通量との相関において分析しなければならないことは、平面交差型の型式比較を定量的かつ一般的に論ずることも困難にしている。

例えば、Leisch はある高い水準の屈折交通量を考慮した場合、ダイヤモンド型においては、平面交差道路が10車線を必要とするのに対して、直結路付不完全クローバー型は6車線でまかない得ると論じたが、<sup>(3)</sup> Pinnet 等は、正しく信号化されたダイヤモンド型の容量は直結路付不完全クローバー型と等しいと論じている。<sup>(4)</sup> これらは信号サイクルの設定法に大きく依存している。

ここでは、トランベツト型を除く他の3型式の基本的な定量的相違にのみ触れる。表-4・12はこれら3型式の平面交差数と迂回距離の表である。ダイヤモンド型を基準として他の型式を比較するならば、まず不完全クローバー型は、平面交差数において同一であり、迂回距離のみ1400m増加している。これに対して直結路付の場合には、交差数は2箇減少し、その代り迂回距離が多くなつた形となる。

問題の理解の容易さのために、直結路付の場合を考えて見よう。高速道路の片側について見るならば、もし、走行費用のみに着目するとすれば、1つの交差における交差交通の待時間損失と、320mの迂回距離による走行時間損失とを比較すればよい。表-4・13はある水準の交通量におけるその比較である。

2つの交通条件について比較した結果、信号化を考慮したとき、交差街路上に生ずる通過交通ならびに問題となるランプ交通の受ける時間損失の合計額と、ランプ交通が平面交差を回避して迂回することの距離損失をそれぞれ価値換算した結果は、いず

表-4・12 平面交差型の交差数と迂回距離

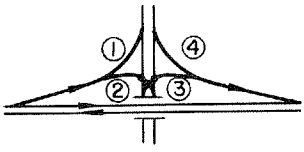
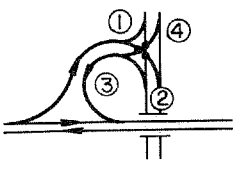
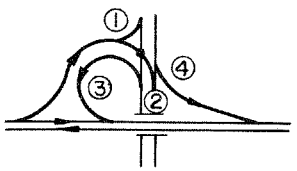
型 式	ダイヤモンド型		不完全クローバー型		直結路付不完全クローバー型	
						
ランプNo	交 差 数	迂回距離(m)	交 差 数	迂回距離	交 差 数	迂回距離
①	0	-70	0	-115	0	-115
②	1	+50	1	+145	1	+145
③	1	+50	0	+400	0	+400
④	0	-70	1	+230	0	-70
片側計	2	-40	2	+660	1	+360
両側計	4	-80	4	+1320	2	+720
ダイヤモンド型との差	—	—	0	+1,400	-2	+640

表-4・13 ループによる迂回と平面交差との比較

交 通 条 件		A	B
本線交通量(台/時)		1,000	2,000
ランプ交通量		100	400
交差による損失	時間(分)	50	245
	費用(円)	1,000	4,900
迂回による損失	距離(Km)	3.2	128
	費用(円)	1,255	5,020

れの場合も、ほとんど等しい。すなわち、この結果のみからするならば、建設費のみの差だけダイヤモンド型が有利であることを意味している。

ダイヤモンド型と単純な不完全クローバー型との対比においては、平面交差の条件は同一であり、不完全クローバー型は迂回距離の増加による走行費用損失が建設費の差に加算される結果となる。こ

のように見てくるならば、不完全クローバー型がダイヤモンド型に勝る条件は、全くないといえる。ただ、不完全のクローバー型に有利な条件があるとするならば、それは交通の安全のみに依存している。

表-4・12に見られるように、ダイヤモンド型と不完全クローバー型は平面交差数は等しいが、前者は交差街路からの右折ランプ③にあった交差が、後者では同じく交差街路からの右折ランプ④に変っている。したがって、ランプ③の交通が④よりも

大きい場合に、不完全クロージャー型を採用するならば、交差交通量はダイヤモンド型の場合より減少する。このことは、この交差部が特に信号化されていない場合には、衝突の機会を減少させるという意味で安全に寄与する。（単なる走行費用の比較では表-4・13において既に示されたように、ほとんど定量的な差はない。）

これらの点から、不完全クロージャー型は信号化の予想されない郊外部で、不均等な交通を持つときにのみ、安全性の評価の上からダイヤモンドに勝るといえることができる。都市部では当然連続した信号化が予想され、またそのような市街部では用地費が高価であるから、一層建設費に相違を生じ、不完全クロージャー型を採用する条件はほとんどなくなるであろう。

直結路付についても、同様に不完全クロージャー型よりも交通量の多い他方部において、安全性の見地から適用が検討されるべきである。

#### 4-4-3 有料道路における型式比較

インターチェンジで料金を徴集する方式の高速道路で、しばしば問題となるのは、トランペット型とダイヤモンド型の比較である。一般にダイヤモンド型は料金徴集施設が分散するために、トランペット型を採用することが一般的に好まれているが、これにつき、定量的に比較を行なつて見る。

図-4・11に両型式を対比して示したが、両型式の4象限それぞれの迂回距離の差を求め、これにより両型式の各種の交通配分における走行費用の差を求めたのが表-4・14である。同表の左側の欄に、各交通方向毎の迂回距離の差を示してある。

これに見られるように、トランペット型が有利なのはB-W方向のみで、その他の3方向はすべてダイヤモンド

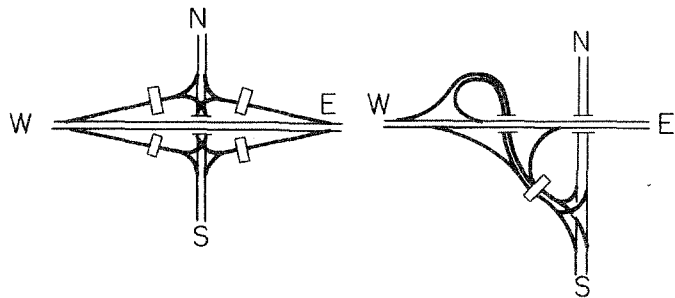
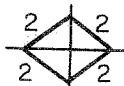





図-4-11 トールゲートを持つダイヤモンド型とトランペット型

右に交通配分の4つの型に対する重み付きの迂回距離の差を示した（便宜上、交通量総数を1,000台/日としている）。4方向がすべて等しい場合はもちろん、トランペット型にとつて唯一つの有利な方向であるB-Wに5/8を配分したDの場合においてすら、なお、トランペットはダイヤモンドに劣っている。建設費においても常にダイヤモンドがより低いから、料金徴集を考慮しなければ、トランペット型が採用され

表-4・14 ダイヤモンド型とトランベツト型の迂回距離と走行費用の比較。

(交通量 1,000 台/日 基準)

交通配分の型 D型とT型の差		A		B		C		D	
									
交通方向	迂回距離差 (Km)*	交通量 (台/日)	距離差 (Km)	交通量 (台/日)	距離差 (Km)	交通量 (台/日)	距離差 (Km)	交通量 (台/日)	距離差 (Km)
N-W	-0.79	250	-197.5	375	-296.25	125	-98.75	126	-98.75
S-W	0.23	250	57.5	375	862.5	375	862.5	625	143.75
N-E	-2.01	250	-502.5	125	-251.25	375	-251.25	125	-251.25
S-E	-0.91	250	-242.5	125	-121.25	125	-363.75	125	-121.25
計		1,000	-885.0	1,000	-582.50	1,000	-627.50	1,000	-327.50
走行費用差* (現在価値) (百万円)		-199.7		-131.3		-141.2		-73.7	

\* 4-3-4で示した計算法および数値による。ダイヤモンド型の方が長いときを正とする。

る機会は一般的にはあり得ない。

つぎに、これに料金徴集施設を付加して考察する。この場合の標準的な設計は、巻末「標準設計図集」に示されているが、それに基づいた建設費項目が表-4・15である。工費においてダイヤモンド型の方が多くなつたのは、管理事務所を収納するために、本線の一部を高架構造としたために増加したものである。

料金徴集のためのゲート施設費および管理費は、交通量に応じて変化するが、両型式の比較上の差は常に一定である。なぜならば、ゲートはダイヤモンド型で

最小限入口2箇所計4箇所を必要とし、トランベツト型は出入口各1箇所計2箇所で済むから、その差は2箇所である。交通量が増加すれば、ゲート数も増加させねばならないが、その必要性はいずれの型式についても同一である。(ゲート数の増加は交通量の増加に対して連続的でなく、階段的であるから、交通の方向性によって、両型式でゲート増

表-4.15 料金徴集施設を設けた両型式の用地面積と工費

	用地面積 (m <sup>2</sup> )	工費* (千円)
ダイヤモンド型	33,830	289,264
トランベツト型	47,100	250,091

\* 工費には、ゲート施設費を含まない。



加の交通量（または時点）に若干のずれが生ずる場合があるが、大局的には影響ない。）結局、ゲート数についての差は最初の2ゲート差のみであり、交通量には無関係である。

一方、管理費について見るならば、ゲート1箇あたりの料金収受員数は、統計的に4.5人と見なされるから（第1編 第2章P47参照）、トランベツト型は2箇の余分なゲートに対して計9名の管理人員増が、交通量に無関係に要求される。

両型式の総合的な比較は、インターチェンジ建設費、管理費および利用者走行費用の3者によつて行なわなければならないが、これまで述べて来たことから、両型式に対する差としては、工費、ゲート建設費および管理費について一定であり、用地費については用地単価に依存し、また走行費用はインターチェンジ交通量およびその方向性から差が定まる。表-4・16はこれを一覧表としたものである。

表-4・16 ダイヤモンド型とトランベツト型の総合比較

項 目	ダイヤ モンド 型	トラン ベツト 型	差 (D-T)	摘 要
工 費	(千円) 289,264	(千円) 250,091	(千円) 39,173	
ゲート施設費			20,000	2箇×10,000 (千円)
管 理 費			99,100	9人×800,000 (千円) (年経費) ×137.64 (現在価値係数)
小 計			158,273	
用地補償費	$3,3830 \times a$	$47,100 \times a$	$-13,270 \times a$	a: 用地単価
利用者走行 費 用			交通量および 方向性による	一般にトランベツト型の方が大きい。

工費等の一定費用項目はダイヤモンド型がより高いが、可変項目である用地補償費および利用者走行費用については一般にトランベツト型の方が大きい。したがって、用地単価がある限度以上となれば、用地面積の少ないダイヤモンド型が有利となり、また交通量についても、その方向性によつて程度の差はあるが、ある限度以上の交通量となれば、走行費用の少ないダイヤモンド型が有利となる。

このように用地単価、交通量およびその方向性をパラメーターとして、いずれの型式が有利となるかが求められる。図-4・12はこれを図示したものである。図の4本の関数直線はそれぞれ表-4・14で示した交通の方向性に対するものである。交通量が0であるとき、または利用者走行費用を考慮しなければ、両型式の比較は用地単価のみにより定まり、表-4・16の数値より計算すれば、用地単価約12,000円/ $m^2$  以上のとき、ダイヤモンド型が有利となる。

交通量が増大すれば、それに応じて用地単価が安くてもダイヤモンド型が有利となる。例えば交通が4方向とも同一なAの場合を例とすれば、インターチェンジ出入交通量が800台以上となれば、用地費に無関係にダイヤモンド型の採用が有利である。

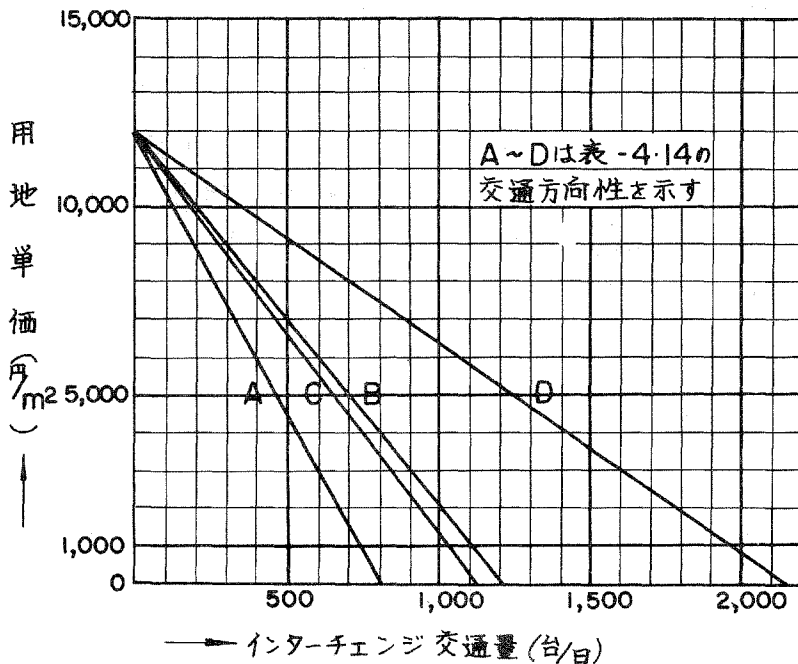


図-4-12 トランペット型を採用する限界交通量および  
限界用地単価

すなわち、トランペット型採用の条件は、縦軸・横軸および関数直線に囲まれた三角形の内部における用地単価および交通量の組合わせに対してのみであり、この限界直線の範囲外ではダイヤモンド型が有利となる。都市部では用地単価も高く、かつ一般に出入交通量も多いから、両型式を比較するならば、ほとんどの場合ダイヤモンド採用の条件下におかれることとなろう。反対に地方部の用地も安くかつ交通量の少ないインターチェンジではトランペット型採用の条件が多くなる。その中間にあつては、それぞれの条件によつていずれとも速断し得ない。

Mills は筆者とほぼ同様な両型式の比較を行なつて<sup>(5)</sup>いるが、用地単価を可変とせず、国情からして当然のことながら、これを低く評価しているから、結論的に例外的な場合を除いては、一般に有料道路ではトランペット型が有利であるとしている。しかし、わが国のように用地事情を無視し得ない場合には、よりダイヤモンド型を採用

すべき条件が広いといふことができる。

ただ、交差道路との接続部を、容量上あるいは道路の性格上の理由から立体化の必要のあるときは、トランペット型の方が、ダブルトランペットにする等、処理が容易である。

## 4—5 結 論

本章では、主要なインターチェンジ型式について、共通的な条件によつて標準設計を行ない、これに基いて、建設費および利用者走行費用の両者から定量的な検討を行なつて、一般的、個別的な特性が明らかにされた。

### (1) 設計における線形上の制約について

- i) インターチェンジの線形は、平面線形か、縦断線形かそのいずれかに制約を受ける。ループにおいては、平面線形の限界値に規制され、縦断的な高低差をとるに必要な長さ以上のランプ延長を必要とするが、その他の場合には、縦断線形に制約されることがほとんどである。
- ii) 異なつた高低差をとるために縦断線形上必要な距離を「縦断制約距離」と呼ぶこととするが、これは縦断勾配および縦断曲線半径の制限値から定まる。前後の縦断曲線半径の制限値によつては、必ずしも最急縦断勾配を用いたときに最小の縦断制約距離が得られるのではなく、場合によつては、むしろ制限よりも緩な勾配を用いた方が縦断制約距離を少なくすることができる。

### (2) 完全立体型の定量的比較について

6種の型式についての1/2000縮尺による標準設計と、それに基づく同一型式の斜め交差を含む12型式についての1/5000縮尺による概略設計とから、詳細な積算を行ないつぎの結論を得た。

- i) 用地面積は各型式によりかなり異なり、最小と最大とでは約2倍の開きがある。
- ii) 交差階層が大となるほど面積が少なくなるという傾向は一般的とはいえない。特に4層型式は縦断制約距離のために、他の3層型式よりむしろ面積が大きい場合がある。
- iii) 同一型式の直交と斜交では、一般にどちらが面積が大きいかは断じられない。ただし、ループを狭角象限で用いるときは、直交より斜交の方が共通して減少する。
- iv) 本線広分離の型式では、本線設計速度を低下させると、用地面積がかなり減少する。1例では、設計速度を100Km/hから80Km/hに低めた結果26%面積が減少した。

- V) 工費について、構造物工費が支配的影響を持つから、階層が多くなるほど工費が大となるということは一般的にいと得る。
- VI) 用地費と工費とを総合した建設費全体として見た場合、用地費の単価によつて、各型式間で全体建設費の大小関係が異なるが、用地費の全体に占める比重が比較的大きい場合が多いので、用地面積が少なくなる型式が総建設費において安くなる傾向が強い。
- VII) インターチェンジの利用者走行経費の比較を論ずるために、「迂回距離」という概念を用いた。これは本線交差部で交通が一方の本線から他の本線に移つたと仮定した場合の距離と、実際のランプ走行の際の距離の差をもつてあらわす。
- VIII) 迂回距離は  $L$  (ループ) が最も大きく、 $SS(out)$  がそれに続くが、 $SS(in)$  では非常に小さくなる。外廻りランプでも、 $SD(out)$  や  $DS(out)$  など内側合分流を含むランプ結合型式の迂回距離は非常に小さい。
- IX) 交通量が方向によつて異なる場合には、交通の少ない方向に迂回距離の長いランプを割り当てるべきである。このことにより総走行費用は少なくなる。これは斜交の場合により顕著である。
- X) 迂回距離による走行費用の総額は、完全立体型における一般的な交通量を想定するとき、建設費用に対して相対的に大きな割合を占め、この要素を無視してインターチェンジ型式の適切な選択は行ない得ない。
- XI) 各型式について、建設費および走行費用を総合的に評価した結果、つぎのことがいと得る。
- a) クローバー型は面積と迂回距離の過大さのために、既に過去の形式に属すると称されるべきである。
  - b) 4層型〔 $4SS(in)$ 〕は一般に他の型式に比し不利な場合が多い。インターチェンジ屈折交通量1,000台/日以上るとき、他の型式と比肩し得る。
  - c) ともえ型〔 $4SS(out)$ 〕は適用の範囲の広い型式である。
  - d) ループ2箇を対象的に配置した諸型式は、ループに交通の少ないとき、非常に有利な型式である。用地費の高い場合には3層とすることにより総費用を減じうる。
  - e) 一方が広分離となる型式は、総費用的に有利な場合があるから、充分に検討に値いする。特に  $2SD(in)2L(in)$  型は斜め交差で極めて有用である。
- (3) 平面交差型について
- 基本的な4種の型式について1/1,000縮尺の標準設計を行ない検討した。
- i) 高速道路が交差街路の上にあるか、下にあるかで建設費の差は少なく、特に型

式比較に影響することはない。

- ii) 平面交差型は建設費の点で、完全立体型式と比して、用地面積の点でも工費の点でも、それぞれ約半程度であるので、交差道路の性格と容量上の観点から運用上許容しうるならば、できるだけ平面交差型を採用すべきである。
  - iii) ダイヤモンド型、不完全クロージャー型および同直結路付の3型式を比較するとき、走行費用も考慮した総費用から見た場合、ダイヤモンド型が常に有利である。不完全クロージャー型に有利な条件があるとするならば、それは交通の安全を考慮した場合のみである。
  - iv) その点から、不完全クロージャー型および同直結路付は、信号化の予想されない郊外部で不均等な交通を持つ場合に、安全性の評価の上からダイヤモンド型に勝る場合がある。都市部ではこれらの型式を採用する機会はほとんどない。
  - v) トランペット型は走行費用の上で大きな損失があるため、この型式に有利な方向の交通がかなり多くても、ダイヤモンド型に勝る可能性はほとんどない。
- (4) 有料道路のインターチェンジについて
- ダイヤモンド型とトランペット型とを、料金徴集施設のある場合について比較した。
- i) 料金徴集施設およびその管理人員は、出入交通量によつて変化するが、両型式の比較としては、ゲート数2箇所およびこれに要する人員の差のみであつて、交通量には無関係である。
  - ii) いずれの型式が勝るかは、建設費、管理費および利用者走行費用を考慮する場合、用地単価、出入交通量およびその方向性に依存している。
  - iii) 都市部では用地単価も高く、出入交通量もまた大きいから、ほとんどの場合、ダイヤモンド型が有利となる。交通量を0と仮定しても、用地単価が12,000円/m<sup>2</sup>以上ではダイヤモンド型が有利である。交通量の多くなるほど、用地費がそれより安くてもダイヤモンド型が有利となる。反対に、地方部で用地も安く、かつ交通量も少ないインターチェンジでは、トランペット型採用の条件が多くなる。

## 引用文献

- (1) 楠目隆茂、" 高速度自動車道路の立体交差の研究", 昭和35年4月, p. 16.
- (2) C. Pinnel and J.H. Buhr, "Urban Interchange Design As Related to Traffic Operation, Part II—Cloverleaf and Directional Interchanges", Traffic Engineering, April 1966, P. 55.
- (3) 前掲, Leisch, "Adaptability of Interchanges to Interstate Highways", P. 599.
- (4) 前掲, Pinnel and Buhr, "Urban Interchange Design As Related to Traffic Operation, Part II—Cloverleaf and Directional Interchanges", p. 54.
- (5) J. Mills, "Echangeurs Autoroutiers", Revue Generale des Routes et des Aerodromes, Janvier 1963, (訳、建設省高速道路課、" 高速道路のインターチェンジ", 昭和39年6月, P. 67.

## 第3編 ランプ線形論





# 第 1 章 概 論

## 1-1 インターチェンジの幾何構造設計における問題点

インターチェンジの幾何構造設計は、本線と異なり、合分流等の交通処理を必然的に伴うために特有の問題を有している。幾何構造設計に関わる問題点を大別するならば、ランプ・ターミナルに関するものと、ランプ自体に関するものがある。

前者については、変速車線、ノーズ附近の形状、ターミナル間隔等が論議されて来た。特に変速車線の形状および長さについては、米国において実証的な検討がさかんに行なわれ、その形状については次第に平行式から直接式を是とする方向へ向っているが、わが国でも名神高速道路開通以後、追試的検討が試みられ、ほぼ同様な結果を得ている。<sup>(1),(2),(3),(4),(5)</sup>  
<sup>(6),(7)</sup>これらの合分流現象に関連する研究は今後も発展して行くであろう。

これに対して、ランプ自体の幾何構造については、設計速度を基礎とする自動車の走行力学的特性に見合った設計基準の問題として取りあげられる限り、ほぼ基準的に確立されているといつてよい。しかしながら、インターチェンジのランプは必ずその両端で、より高い速度を持つ高速道路本線に接続するか、または停止を強いられる交差部に連結している。そのため、ランプ上では、自動車は常に設計速度またはそれに相関した一定速度で走るよりも、むしろ、設計速度を基準として常に速度の変化を伴なっているのが実態である。そのため、ランプの幾何構造、特に線形は、実際の運用実態に見合う設計がされなければならない。しかしながら、この問題——運用実態に見合う線形設計——については、わが国においてはもちろん、先進諸外国においても具体的な調査研究は行なわれていない実情である。本研究は、以下に述べる名神高速道路での問題提起を契機として、ランプ線形がいかにあるべきかを組織的、網羅的調査によつて解明しようとするものである。

## 1-2 ランプ線形の運用に及ぼす影響

### 1-2-1 問題の提起

昭和38年7月15日、名神高速道路尼ヶ崎——栗東間が開通した。それまで外国文献の引きうつしか、机上の議論でしかなかった高速道路の実際の運用状況が、日本で初めて明らかにされる機会をこゝに得たのである。

以来、道路公団名神高速道路管理局の手によつて、維持補修や交通技術上の日々の運用を通して調査研究が行なわれていたが、昭和40年3月開通後1年有半の資料から、維持管理上から見た問題および改良点に対する検討報告書<sup>(8)</sup>が作成された。

この報告書は、きわめて多岐にわたる分野について検討しているが、その中にイン

ターチェンジのランプにおける事故記録から、ランプ線形に対する考察を行なっている一節がある。そこではつぎのように述べている。

「インターチェンジのランプにおける事故分析の結果つぎのことがいえる（表－１・１参照）。

- (1) 流出ランプは、流入ランプに比して約４倍程度の事故率である。
- (2) 流出ランプで事故率の高いのは、Ｃ型ランプのＳカーブ区間であつて、ループでは事故が少ない。
- (3) 流入ランプの場合は、ループでの事故率が高く、他はＳカーブしたランプでの事故率が高めに出ている。
- (4) 流出ランプにおいて、Ｃ型ランプの事故率が最も高くなつてゐるが、これは主としてＳカーブ区間で発生しており、減速の不足、または速度の出しすぎから、ハンドル操作が線形の変化に伴わず、車両の転倒、ガードレールへの激突などの事故となつてゐるので、できる限り、流出ランプのＳカーブはさけることが好ましいが、中間に直線区間を挿入して、ハンドル操作の修正ができるような線形で設計すれば、かなり改良される。」

表－１・１ インターチェンジのランプにおける事故

Ｓ・３８．７．１６～Ｓ・４０．１．３１

ランプの型	中間のインターチェンジ		仮終点のインターチェンジ	
	流入ランプ (件／百万台)	流出ランプ (件／百万台)	流入ランプ (件／百万円)	流出ランプ (件／百万円)
A 型	0 ( 0 )	5.0 ( 1 )	0 ( 0 )	6.7 ( 6 )
A' 型	0 ( 0 )	3.2 ( 2 )	—	—
B 型	0.3 ( 1 )	1.4 ( 6 )	0 ( 0 )	7.1 ( 8 )
C 型	0.9 ( 6 )	7.7 ( 25 )	—	42.5 ( 16 )
D 型	3.4 ( 4 )	0.9 ( 1 )	8.0 ( 9 )	—
全ランプ	1.0 ( 11 )	4.1 ( 41 )	3.7 ( 9 )	12.5 ( 30 )

( )内は事故件数を示す

以上の各点のほか、流出ランプの流出口が見通しの悪いことが事故原因となることも指摘されている。

この報告を契機として、インターチェンジのランプ型式と線形に関するいくつかの疑問や提案が持ち出された。それを要約すると２点に大別される。

- (1) 従来、トランベツト型ではループを流入ランプ側に用いるいわゆるトランベツト A 型（図－１・２参照）が、ループを流出側に使う B 型より運用上優れていると考えられていたが、それはむしろ逆ではないか。名神高速道路の事故統計からするなら

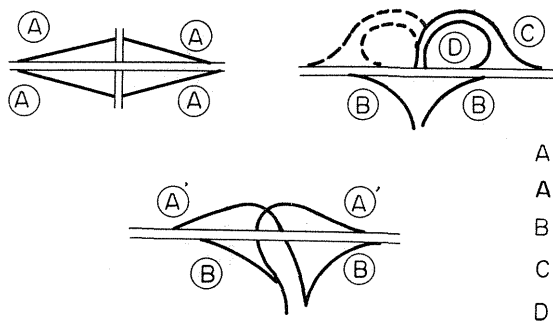


図-1・1 ランプ型式別分類図

ば、事故率は、トランベット A 型に多い。すなわち流出ランプについては、B 型におけるループよりも、A 型における準直結ランプ（S ランプ）上の方が事故の発生率が高く、一方流入ランプについては、B 型における準直結ランプ（S ランプ）より A 型のループランプ上における事故率が高い。

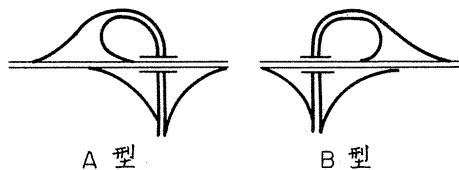


図-1・2 トランベット型の分類

この原因としてつぎのことが考えられる。

- i) 流出ランプについては、B 型のループでは運転者は比較的単純な運転動作（単一方向への廻転と制動）で走行しうののに、A 型の S ランプでは S 走行が必要である。
- ii) 流入ランプについては、A 型のループ上では、運転者が高速を出すことを期待する本線の近くで小さい半径に遭遇するため、制御を失う。事実、流入ランプのループ上で、運転者はしばしばブレーキを踏んでいる。

この第 2 原因はまた問題の第 2 とも関連している。提出された第 2 点はずぎのとおりである。

- (2) ループを流入ランプ側に使う A 型の設計では、図-1.3 (a) のように単一円のループより、同図 (b) のように卵形によるループの方が走行し難いのではないか。これは自動車が本線に非常に近くなる所で、最も小さい半径に遭遇するからである。そのため加速し

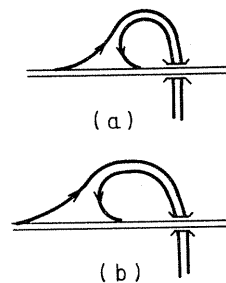


図-1・3 ループの線形

たい気持を持つている運転者が逆にブレーキを踏まねばならない。これは流入ループが下り勾配である関ヶ原や八日市だけでなく、上り坂となつている彦根でも見られる現象である。

これらの提起された問題点は、今後のインターチェンジ設計は非常に大きな影響をもたらすものである。なぜならば、トランペット型式の A、B いずれの型を用いるかについては、単に線形設計に関わるだけでなく、基本型式の選択に関する問題であるからである。名神高速道路では、14 箇のインターチェンジのうち、9 箇がトランペットであり、そのうち 5 箇がトランペット A で、4 箇がトランペット B であるが、その選択は、交通量の少ない方にループを用いるという、米国の AASHO<sup>(9)</sup> の方針に準拠して行なわれた。しかし、東名高速道路では、特別の場合を除けば、運用上より良いという判断のもとに、原則的に A 型（流入ループ型）が採用されている。

またループの線形に関しては、名神高速道路建設の当初、インターチェンジの設計に米国のそれを模して行なわれたために、設計が早く始められた尼ヶ崎—栗東間の豊中、茨木、栗東の各インターチェンジのループは、ほぼ単一円で形成されているが、その後、ドイツのコンサルタント、X・ドルシュ氏の提言により、単一円があまり長くつづくのはその単調さから走り難く、一つの円の持つ角度を小さくするようにという方針に従つて、八日市以西のインターチェンジのループでは卵形が採用され、東名高速道路にもそのまま引き継がれている。これらの点から、名神の運用上の経験から発したこれらの問題は、是非とも解明されねばならない。

## 1-2-2 諸外国における経験

このような問題の取りあげ方としてはこれまで研究された文献または資料は知られていない。そのため、筆者はこの問題に関心を持つ外国識者に直接その見解をたずねることとし、前記ドルシュ氏ならびにアメリカのインターチェンジ研究者として知られているリーシュ氏 (Jack E. Leisch, Vice President and Chief Highway Engineer, De Leuw, Cather & company of Canada Ltd.) に直接質問をした結果、それぞれつぎのような見解を得た。

### (1) ドルシュ氏の見解<sup>(10)</sup>

一般的に言えば、インターチェンジの線形設計の原則に対して、私ならびに部下の技師達の行つた示唆を再確認したい。ドイツで得られた経験によれば、長い円曲線を避けることは、ともかく一つのルールになつている。ドイツとオーストラリアにおける近年のインターチェンジ設計の形を見れば、この設計原則が広く採用され

に採用されていることが判ろう。

また、1983年、4年前から、連邦法によるすべての道路に対する義務的な設計基準が定められているが、それにはインターチェンジの流出ランプはすべて“制動曲線(Bremskurven) <sup>注)</sup> Kurven)を持つように設計しなければならないとされている。この曲線は漸減減速をする3つのクロソイドで構成され、自然に短い円曲線につながるようになっており、そのため設計者は流入ランプでも道路公団のインターチェンジに用いられた一般設計原理を自動的に採用させられている。しかし、ドイツの多くの技術者(私も含めて)は、減速曲線を適用することに反対していることを表明しておきたい。もともとそれはその形(曲率が次第に大きくなる)のためではなく、運転者が直線上で減速する代りに、曲線上で減速することを余儀なくされることに対してであるが。

この2つのクロソイドで構成された曲線を“制動曲線”という。ドイツのアウトバーンインターチェンジでは、平行式の減速車線は既に用いられておらず、出口は制動曲線を基礎に作られている。本線からの安全かつ高速の離脱を保证するために、本線から大きな半径で長さ150~200mのテーパによる拡幅を行ない、その先に制動曲線を接続させる。

制動曲線の標準値は、表-1.2に示すものであるが、ここに  $n = V_0 / V_n$  で、 $V_0$  は制動前速度=80Km/h、 $V_n$  はランプ設計速度、 $R_n$  は終端最小半径である。5つの標準制動曲線が用いられている。

表-1.2 アウトバーン出口の標準制動曲線の数値

n	$R_n$	$A_1$	$A_2$	$R_s$
3.0	20 - 30	100	30	140
2.5	30 - 50	120	40	190
2.0	50 - 70	130	60	225
1.75	70 - 90	135	70	265
1.50	90 - 150	135	80	300

$n = \frac{V_0}{V_n}$ ,  $R_n$ : 最小半径、 $A_1$ : 始めのクロソイドのパラメータ

$A_2$ : 終りのクロソイドのパラメータ、 $R_s$ :  $A_1$  と  $A_2$  の接続半径

(11)  
注) 制動曲線については、Heller等が紹介しているのを要約するとつぎのようである。

フリーウェイから離脱する車の観測結果を基にして、一定の減速度でから遠心加速度の増加率が減速時間中一定となるような曲線を求めると、近似的に2つのクロソイドの連続する複合クロソイドで代行できる。

しかしこれらの議論は多かれ少なかれ理論上のものであつて、ドイツの事故統計によれば、インターチェンジ内および幾何構造設計要素に関連していると考えられる事故はほとんど全くなき、過労や経験の浅いもの、あるいは飲み過ぎの運転者の場合に限られている。しかし、ドイツの事故データをそのまま名神高速道路のそれと比較することはできないであろう。というのは、ドイツのランプはすべて6 mの標準車道幅と $2 \times 0.5$  mのコンクリート側帯を有し、場合により路肩は舗装されている。したがつて、このような広いランプは、ランプの中心線に与えられているよりも、実際にもつと大きな走行要素が得られるから、どんな場合でも、運転者それぞれの運転習慣によりよく適合する機会が多く、またスピードを低く見積り過ぎたことによつて生ずる誤りを正すことを許している。このように貴国的高速道路の場合に設計原則を変えることについての貴方の見解（注・ループを卵形とすることを止めるといふ問題）を、ドイツの経験と直接比較することはかなり疑問である。

しかし技術的および心理的性状に関する若干の基本的考察から、それに即した設計原則を議論することはできる。

#### 1) 流出ランプの機能

高速車線から、速度が実質的に零になる交差部または料金所まで車を導くことは、純粋に数学的な制御問題であり、曲率がテーパから次第に増加して、ランプの要求される最小半径に至るべきことは論理的なことである。片勾配に関連した曲率の増加率（パラメーター）は、適当に選ぶことのできる走行の快適性に関するある要因に関係している。（ドイツでは、例えば減速率は $2.0 \text{ m/sec}^2$ である。）

限界点（最小半径）に関して、流出ランプではループがよいかSカーブがよいかは、いずれの場合も最小半径に達するまで同じ設計要素を用い、同じ速度が予想されるならば、あまり重要ではないと思われる。

もし運転者が早過ぎる速度で流出ランプに入つたならば、彼が車を制御し続けたら、または制御し直すのに、長い円曲線を持つループの場合より、短い円曲線を持つSカーブの方がより楽にできるだろう。しかし前に述べたような事実から、事故を起す心理的効果が生ずるかも知れない。運転者は、Sカーブのランプ上では、スピードを出し過ぎる傾向があるようであり、これに反して、ループでは設計速度より遅く走る傾向があるようである。

#### 2) 流入ランプの機能

速度が実質上0の交差部または料金所から、高速車線が十分長く見通せるようなランプ上の一点まで車を導き、そこから高速道路へ入つて行くことは、純粋な数学的制御問題でなく、心理的な側面を設計に考慮しなければならない。高速道路の通

過車線が見えるランプ上の点で、運転者は高速車線上の走行車の走行間隙を見出すために、加速するか減速するか、またターバで停止するかを決定しなければならない。

純粋に数学的な見地からと、また高速道路の走行車線に自由に進入しうるとの仮定の上に立つて考えると、ターバに向つて徐々に曲率の小さくなる流入ランプを設計することが論理的である。しかしドイツでの経験に関する限り、流入ランプの手前にある程度小さい半径の短い曲線を挿入することは有用である。

この設計によつて、2つの心理的効果が得られる。

- a) 高速道路の流入する車の角度は、加速区間の始点でより好ましくなり、運転者が通過車線上の交通を観察する最適の可能性が得られる。
  - b) 運転者は、通過車線へ進入するための適当な走行間隙を選ぶランプ区間で、適度な速度を維持することを余儀なくされ、そのため通過車線に高速で近づいたり、進入の走行間隙がない場合に、加速車線の終点より先でやつと止ることになるような危険が少なくなる。
- 3) 快適性、使い易さおよび経済性

技術的および心理的な考慮の他に、経済的な見地や快適性あるいは使い易さという面も、インターチェンジの形を決めるときに考えねばならない。

長い円弧の曲線は、ドイツとアメリカで以前トランベツトやクローパーリーフ型のループに設計されたことがあり、今でも運転者の快適性に特別の配慮をしない場合には使われている。安全の面からは、十分な大きさのクロソイドが円曲線につながつていれば、この設計に問題はない。

しかし経験からすれば、小半径での長い曲線では、遠心加速度のために、車は実際よりも大きい半径で走行する傾向があり、運転車はその修正に相当意を用いなければならない。

クロソイドの範囲では、この影響は速度が徐々に変わることによって修正される。このため、タイヤにとつては、長いクロソイドを持つ短い円曲線より、長い円曲線の場合の方が具合が悪い。もう一つの要因として、快適性と使い易さがある。長い円曲線は、乗客を横方向へ押しやる遠心加速度についていえば好ましいものではない。

私（ドルシュ）の意見では、トランベツト型のインターチェンジで、一般的にS曲線は流入ランプに用い、ループは流出ランプに用いることの可否の原則的決定は、経済性を比較して見ることにできるものではない。ループを流入ランプに用いる型式と流出ランプに用いる型式については建設費がほぼ同じであると

するならば、決定要因は利用者費用（時間、距離、タイヤ損耗）と事故費用となる。ドイツの資料によれば、インターチェンジでの事故率はかなり小さく、事故費用も相対的に小さい。したがって、決定は利用者費用の比較のいかんによつてなされなくてはならない。

しかし、もし名神高速道路のインターチェンジの事故費用が高いならば、もつと深く実情を調査すべきである。私の想像だが、先に述べたように、車道幅の狭いことにその責任があるのではないだろうか。

(2) リーシュ 氏の見解<sup>(12)</sup>

私（リーシュ）は貴方の名神高速道路でのトランベツト A 型と B 型との使い方に関連する経験について大変興味を覚える。貴方は運用および安全の見地から、A 型がより好まして型式であると考えていたことを指摘している。これは高速道路から高速で左折するときは、内側ループランプより、彎曲した準直結ランプの方がより適応しているという私の考えに一致している。

しかし貴方と同様私も驚いたのだが、名神高速道路の開通 1 年半に、トランベツト A 型が B 型より高い事故率を示しているという予想外の発見があつた。貴方はこの現象が、これらのインターチェンジに使われたランプの特別な形と線形——多分曲線のある特殊な組合せ、片勾配、縦断勾配等——に原因があるかも知れないと指摘した。一方貴方はつぎのように理論的な説明をしている。トランベツト B 型のループは、一方向に連続的に曲つており、比較的単純な運動動作であつて、そこでは運転者はより注意深くなり、またより均一な運転となる。またトランベツト A 型での高速道路からの左折（貴国では右折）の比較的高速での流出は、ループランプを包んでいる鋭いカーブとは両立しないと。これは多分名神高速道路で起つていることの有効な説明であろう。同時に、もつと長い期間がたてば、別な結果を示すこともあり得よう。

北米では、私の知る限り、トランベツト A 型と B 型との事故発生率に特別な差異があることに気付かれてはいない。しかし貴方が指摘した諸点は、私が準直結型インターチェンジの設計で実際にやることに努めて来た設計概念を確証している。これはトランベツト A 型インターチェンジによつてもう一本の高速道路に接続しているときに、高い速度の道路の運転者が鋭い円形ランプにまともにもぶつかるのを許すというやつかいな問題——このことは W. L. Warren が彼の 1961 年の論文でも提起しているが<sup>注</sup>——を含んでいる。

---

注) W. L. Warren は接続路が高速道路であるときは、図-1・4のように A



型のトランベットを用いると、高速走行をして来た車が直接小さいループに直面するという欠点があるから、事情が許せば、トランベットの向きを逆にして、ループを流出側に用いれば、ループ上でより低い速度が期待しうると論じている<sup>(13)</sup>ことを引用しているものである。



図-1.4

これらの色々な問題に打ち勝つためには、2つの左折動線（日本では右折）の線形の選定において非常な注意を払うことが大事である。A型トランベットインターチェンジの準直結流出ランプの場合には、ループランプを包んでいる支配的な曲線（controlling curve）がループの半径とほぼ同一であることがしばしばある。そのような場合には、運転者の受ける衝撃は、有効な高速流出口という観点からは大き過ぎる。図-1.5にこの場合の想定される速度勾配を図示した。適当な緩和区間と曲線半径とがなければ、運転者が期待している走行の型とは合わないから、事故につながる誤った運転や危なっかしい運転を引き起す。この問題を解消するためには、明らかに準直結ランプの半径をループランプを支配している曲線よりかなり大きくしなければならない（図-1.6参照）。ループランプが30 mph（48Km/h）以上の速度で設計されることはほとんどない。一方、準直結ランプは高速道路の設計速度の約3/4の走行速度〔例えば60 mph（96Km/h）の高速道路にはほぼ45 mph（72Km/h）、70 mph（112Km/h）高速道路には50～55 mph（80～88Km/h）〕を許すような支配的なカーブを持たねばならない。この曲線の取付部は適当な緩和区間、より好ましくは長いスパイラル曲線を持たねばならない。この場合のスパイラルの長さは、走行速度に基くというよりも、支配的なカーブで許される速度にまで

運転者が速度を落とすのに必要な減速長に基くべきであろう。

トランベットA型の場合に、ループランプで終点となるような中断道

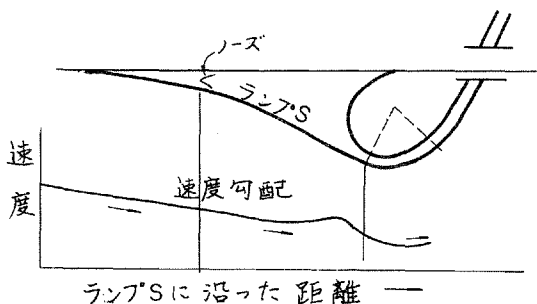


図-1.5 ランプ線形と走行速度

路をつなげること  
への反対を解消す  
るためには、円と  
スパイラルまたは  
スパイラルのみに  
よる一連の曲線群

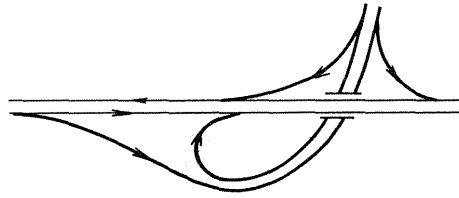


図-1・6 トランペットA型の推奨すべき線形

によつて、ループの支配的な曲線へ運転者を徐々に導くことが必要である。その曲線は、前方の徐々に小さくなる半径を十分に確認しながら、自然の動作で運転者が減速できるように設置される。60mph(96Km/h)で近づくときは、支配的なループの半径は30mph(48Km/h)以下とならない走行を許すべきであり、70mph(112Km/h)での接近には、35mph(56Km/h)以下としないことが望ましい。

これらの改善が設計に織り込まれるならば、私の考えでは、高速道路からの左折動線の交通量が少ないときか、接続道路がかなり高い設計速度の高速道路である場合を除き、高速道路ではトランペットA型がより望ましいという概念を堅持しつづけるべきである。しかしこの概念は、図-1・6に略図した設計原則に基いているものである。

結論的にいうならば、ここに議論したランプの設計は、それぞれのランプが、半径や片勾配、縦断勾配あるいは見通し距離などの細部をどう組合わせてできているかにかなり微妙に関連している。要求される効果が生み出されるために、またやゝもすると走行上の困難が生ずるかも知れない状態を排除するために、個々の場合を慎重に検査しなければならない。

## 参 考 文 献

- 1) C.J.Keese, C.Pinnel and Mccasaland, "A study of Freeway Traffic Operation," H.R.B. Bulletin 235(1960)P.73.
- 2) I, Fukutome and K.Moskowitz, "Traffic Behavior and On-Ramp Design," H.R.B. Bulletin 235(1960)P.38.
- 3) C.Pinnel, "Driver Requirements in Freeway Entrance Design," Traffic Engineering, December 1960, P. 11.
- 4) R.H.Conklin, "A Comparison of vehicle Operating Characteristics between Parallel Lane and Direct Taper Types of Freeway off-Ramps," Traffic Engineering, December

1959, P. 13 (訳「高速道路」1961年10月, P. 51)

- 5) 武部健一、“高速道路のインターチェンジ(6)”, 土木技術Vol 18, 5月, 1963, P. 44.
- 6) 高速道路調査会交通工学研究部会, “インターチェンジ走行実態調査報告書——名神高速道路における——”, 昭和40年2月。
- 7) 高速道路調査会交通現象研究小委員会, “合流と分流の交通現象”, 昭和41年3月。
- 8) “名神高速道路、維持管理上から見た問題および改良についての検討”, 昭和40年3月、日本道路公団(部内資料)
- 9) A.A.S.H.O, “A Policy on Geometric Design of Rural Highways”, 1954, P. 409.
- 10) 1965年7月8日付、X. Dorsch氏より筆者(武部)あて書簡。
- 11) F. Heller and W. Blaschke, “Design of Interchanges on Rural Freeways”, World Traffic Engineering Conference.
- 12) 1965年9月23日付、Jack E. Leisch氏より筆者あて書簡。
- 13) W. L. Warren, “Interchanges”, California Highways and Public Works, May-June, 1961, P. 37.

## 第 2 章 ランプ運用の調査と解析

### 2-1 調査計画

#### 2-1-1 名神高速道路インターチェンジのランプ線形

トランペットインターチェンジにおける A 型か B 型かという問題は、単にインターチェンジ型式の問題でなく、ランプの個々の線形要素に支配される所が大きいと考えられる。そのため、名神高速道路のすべてのインターチェンジのランプ運用実態を各種の調査によつて把握し、これを総合してランプ線形のあり方を究明したい。

名神高速道路には 14 のインターチェンジがあるが、西端の西の宮インターチェンジは終端のロータリー型で特殊であり、また東端の小牧はトランペット B 型であるが、開通後日が浅く、運用経験が充分でないので、この両端のインターチェンジを除く 12 箇所について調査を行なうこととする。

図-2・1に、この 12 箇所のインターチェンジにおける各ランプの主要線形要素を略述してある。各インターチェンジ毎の概略図の四隅に引き出して示してあるのは、東西両方向の流出、流入ランプの最小半径を示している。この他図中には、S 形ランプでは最少半径につながる他のカーブの半径を、またループのうち、卵形となつているものについては、最小半径の隣りのカーブ半径も示している。また縦断勾配については最急勾配のみを示した。この各ランプを前章表-1・1および図-1・1で示した分類法により分類し、主要項目を示したのが表-2・1である。

A 型とは直線的なランプであつて、ダイヤモンド型等に出現する。A' 型はランプが本線と交差する準直結型であるが、平面線形が大きく、ほぼ直線的なものを分類した。B 型は左折ランプである。大部分は単純な左折曲線を伴つたものであるが、場合により S 形をしているものもある。

C 型はループに外接した S 形ランプとする。D 型はループである。したがつて、トランペット型では C 型と D 型のランプが 1 組をなしている。トランペット A 型では流出部が C 型ランプ、流入部は D 型ランプとなる。トランペット B 型は、反対に流入部が C 型、流出部が D 型ランプで構成されている。ランプが S 型をしている点では、B 型に分類したものの一部にも存在するが（例・大津の全ランプ、京都南の西行流出ランプ、茨木の西行流入ランプ等）、トランペット型の問題を明らかとする上から C 型には属させないこととする。

これらの各分類型式はまた、縦断勾配が上りであるか下りであるかによつて 2 種類

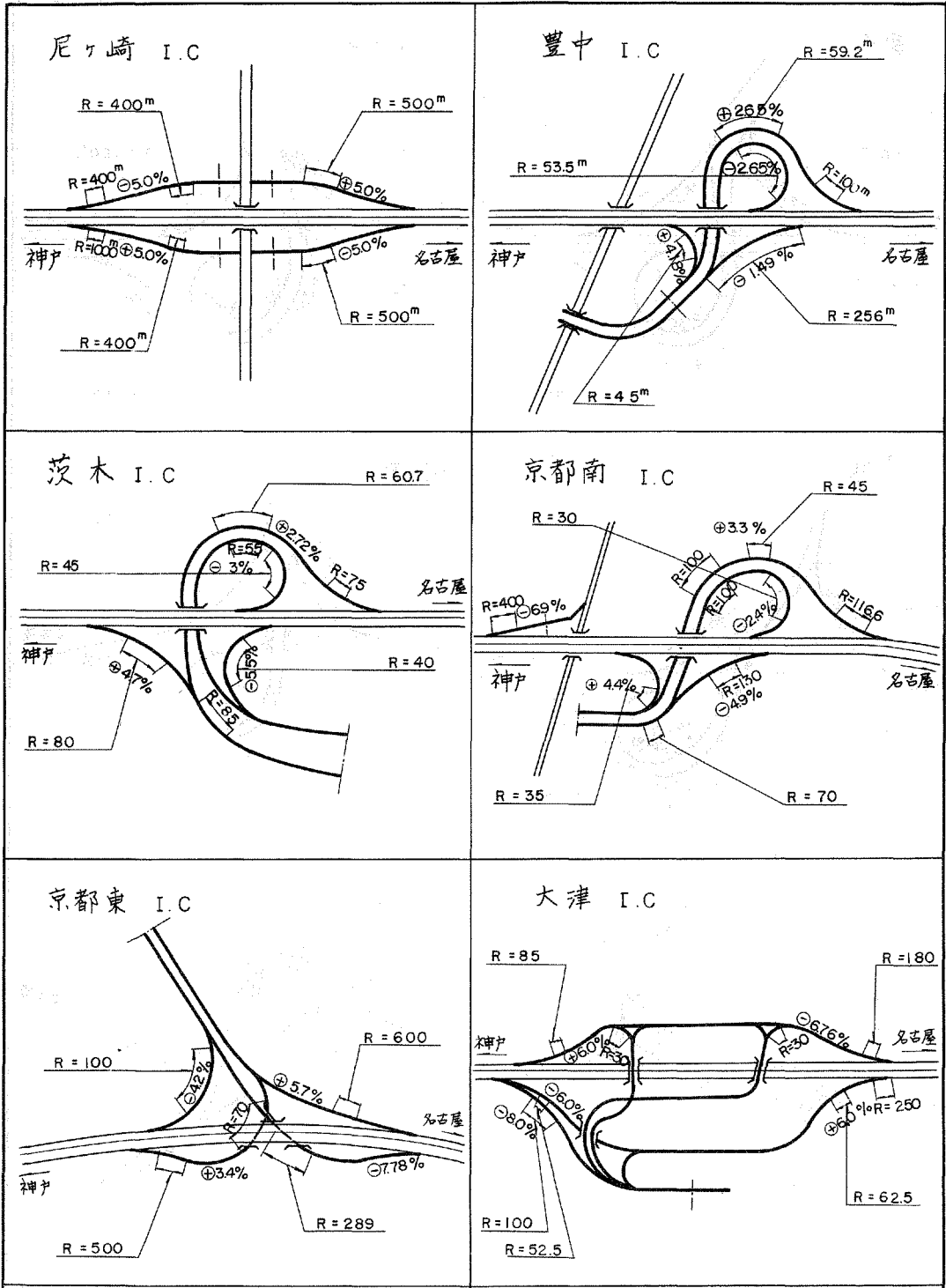


図-2・1(1) 名神高速道路インターチェンジ ランプ線形概要図

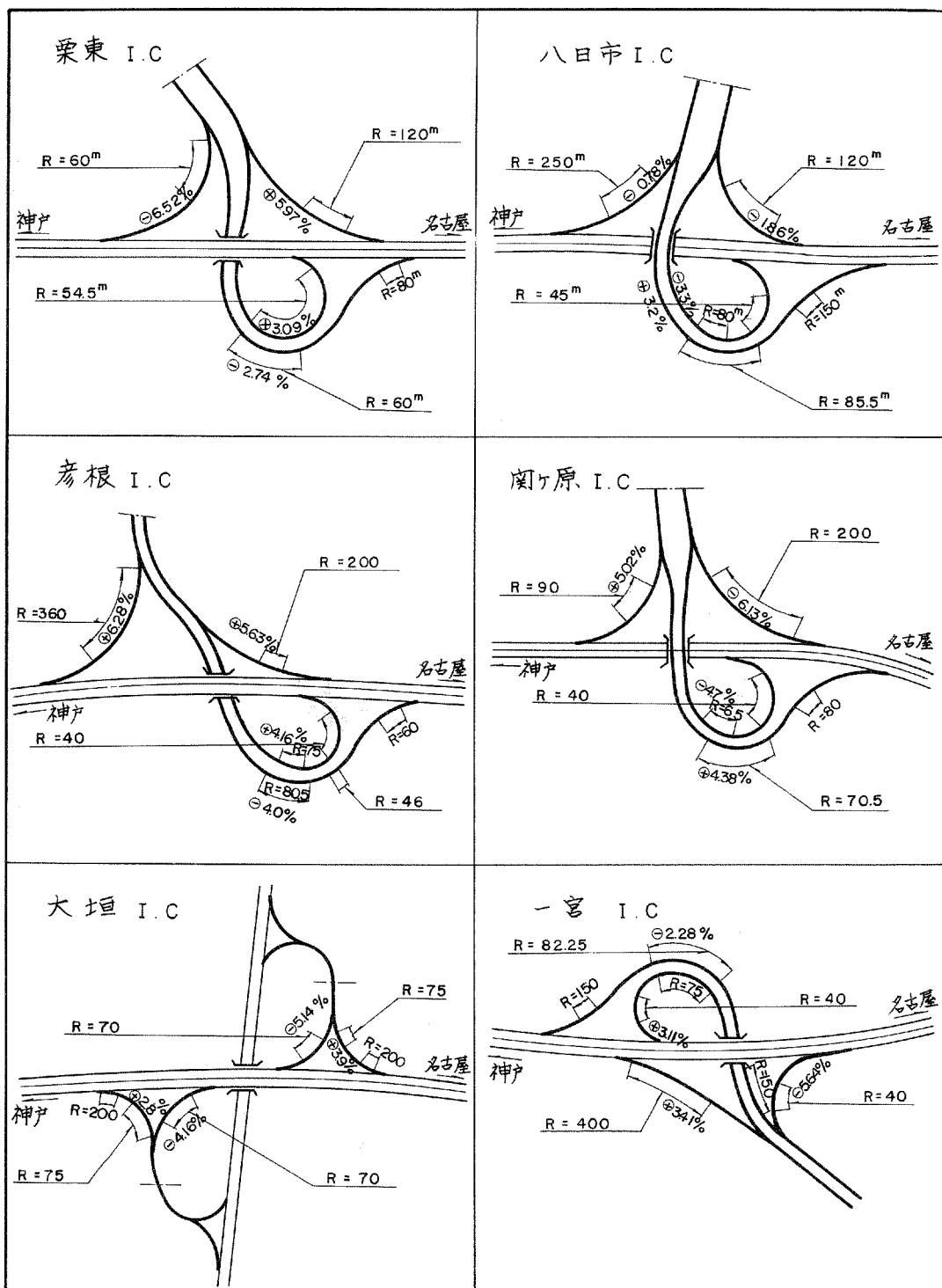


図-2・1 (2) 名神高速道路インターチェンジ ランプ線形概要図

表-2・1 名神高速道路インターチェンジランプの分類

流出ランプ					流入ランプ				
型式	I C名	方向	最急勾配 (%)	最小半径 (m)	型式	I C名	方向	最急勾配 (%)	最小半径 (m)
A A'	尼ヶ崎	東	- 5.0	5 0 0	A	尼ヶ崎	東	+ 5.0	5 0 0
	"	西	- 5.0	4 0 0	"	"	西	+ 5.0	4 0 0
	京都南(補助)	東	- 6.9	4 0 0	A'	京都東	西	+ 3.4	5 0 0
	京都東	西	- 7.7 8	2 8 9					
B	豊 中	西	- 1.4 9	2 5 6	B	豊 中	西	+ 4.1 8	4 5
	茨 木	西	- 5.5	4 0	茨 木	西	+ 4.7	8 0	
	京都南	西	- 4.9	7 0	京都南	西	+ 4.4	3 5	
	京都東	東	- 4.2	1 0 0	京都東	東	+ 5.7	6 0 0	
	大 津	東	+ 6.0	8 5	大 津	東	- 8.0	5 2.5	
	"	西	+ 6.0	6 2.5	"	西	- 6.7 6	1 8 0	
	栗 東	東	- 6.5 2	6 0	栗 東	東	+ 5.9 7	1 2 0	
	八日市	東	- 0.7 8	2 5 0	八日市	東	+ 1.8 6	1 2 0	
	彦 根	東	- 6.2 8	3 6 0	彦 根	東	+ 5.6 3	2 0 0	
	関ヶ原	東	+ 5.0 2	9 0	関ヶ原	東	+ 6.1 3	2 0 0	
	大 垣	東	- 5.1 4	7 0	大 垣	東	+ 3.9	7 5	
	"	西	- 4.1 6	7 0	"	西	+ 2.8	7 5	
	一の宮	西	- 5.6 4	4 0	一の宮	西	+ 3.4 1	4 0 0	
	C	栗 東	西	- 2.7 4	6 0.2	C	豊 中	東	+ 2.6 5
八日市		西	+ 3.2 0	8 5.5	茨 木	東	+ 2.7 2	6 0.7	
彦 根		西	- 4.0 0	4 6	京都南	東	+ 3.3	4 5	
関ヶ原		西	+ 4.3 8	7 0.5					
一 宮		東	- 2.2 8	8 2.25					
D	豊 中	東	- 2.6 5	5 3.5	D	栗 東	西	+ 3.0 9	4 5.5
	茨 木	東	- 3.0 0	4 5	八日市	西	- 3.3	4 5	
	京都南	東	- 2.4 0	3 0	彦 根	西	+ 4.1 6	4 0	
					関ヶ原	西	- 4.7	4 0	
					一の宮	東	+ 3.1 1	4 0	

に分類される。ランプの本線との交差部が本線より上にあれば、流出ランプが上り勾配、流入が下り勾配となる。交差部が本線より下にあればその逆となる。名神高速道路のこの分類では、A型ランプについては交差部が下にある型式しかない。B型ランプは流出、流入とも両者が存在する。またトランペットA型(流出部ランプC型、流

入部D型)では上下両型式があるが、トランペットB型(流出部D型、流入部C型)では交差部が下の型式しかない。トランペットB型で交差部が上にある型式は、ダブルトランペット型となつている京都南および一の宮の一般国道との取付部に存在するが、高速道路への流出入ランプではないので除いてある。

## 2-1-2 調査計画

ランプ線形の交通運用に及ぼす影響、特にトランペット型におけるそれに対する問題提起は、事故にあらわれた結果と、関係者の走行経験に基づく判断に起因している。しかしながら、事故はたしかに線形判定の一つの評価要素であるとしても、短期間の資料では偶発的なかたよりが存在する可能性があり、これのみから評価することは危険である。また走行経験からの判断も、もつと多数の人々を対象とした統計的資料に基づくものでなくてはならない。このような判断から、ランプの運用状況をつぎの5項目の調査から総合的に判定することとした。

### (1) ランプ走行実態調査

代表的なランプについて一般通行車の走行速度、走行位置等を調査するもの。

### (2) 実験車による走行特性調査

各ランプを実験車によつて走り、走行速度、加速度、遠心加速度等、自動車の物理的特性を調査するもの。

### (3) 実験車による生理反応調査

各ランプを実験車によつて走り、運転者の皮膚電気抵抗、心搏数、呼吸数等を測定し、ランプ走行に対する精神的反応を調査するもの。

### (4) アンケート調査

常時使用者(定期バス運転手)の各ランプに対する評価の調査。

### (5) 事故実態分析

事故記録を分析し、ランプ線形との関係を調査する。

以上5項目のうち、(1)と(2)は一对をなすもので、すべてのランプに対して一般通行車の観測を行なうことは困難なので、実態調査は代表的なものに止め、実験車にすべてのランプ走行を行なわせることで、補完することとする。実験車調査は、走行特性が連続的に示されることに特徴がある。

(3)と(4)の調査も運転者の人間的反応を知るための一对をなすものであつて、前者が無意識的な反応を明らかにすることを目的としているのに対して、後者は知覚された判断を問うものである。最後に事故記録の分析は以上の諸調査と関連して、事故と線形との関連を明らかにしてくれることを期待される。



## 2-2 走行実態調査

### 2-2-1 調査方法

幾何構造、特にインターチェンジ部分の幾何構造を検討する際、実際の数多くの運転者がどのような速度、軌跡を描いて走行しているかという実態面の把握を行なつてみる事がまず大切であり基礎ともなる。この意味で既に「インターチェンジにおける走行実態調査—名神高速道路における—」<sup>(1)</sup>が行なわれているが、同調査においてはどちらかというランプターミナル部分に重点がおかれ、ランプそれ自身については、ランプの始点（本線との分岐点）と、特定点1点のみの観測が行なわれたに過ぎなかつた。しかも、この特定点1点の観測は、ランプの半径とその通過速度との相関々係を把握することを目的としたもので、ランプ内での連続的な走行速度および走行位置の変化はとらえられていない。

今回の調査では、次節で述べる走行特性調査と関連して、主としてランプ内での連続的な速度等の変化を実態面でとらえることを目的としたものである。しかし、走行実態調査には、多数の人員と機器と日時とを要するので、対象とするランプは特に、C型とD型の流出ランプに限定し、交通量、線形を考慮して次の3ヶ所を選定し、昭和40年12月9日より13日まで5日間にわたり昼間時において観測を行なつた。

C型（S型ランプ）…………… { 関ヶ原西行流出ランプ （上り勾配）  
彦根西行流出ランプ （下り勾配）

D型（ループランプ）……… 茨木東行流出ランプ （下り勾配）

次に、調査方法は以下の手法によつた。

すなわち、各ランプの特異点（本線との分岐点、オ1円の終点、最小半径中点など、図-2・5参照）にレーダースピードメーターを配置して、そこを通過する車の速度をスピードメーターの針の振れにより測定し、同時にその車の走行位置（左側前輪）を図-2・2に示すような20cmピッチに貼つた絆創膏の目盛をたよりに観測する。なお観測は、いずれも直接目で見て記録用紙（図-2・3）に記入するという方法によつた。カメラで撮影して、そのフィルムを後で解析するという方法もあるが、解析に日時を要するので前記方法の方が簡便であると判断したからである。

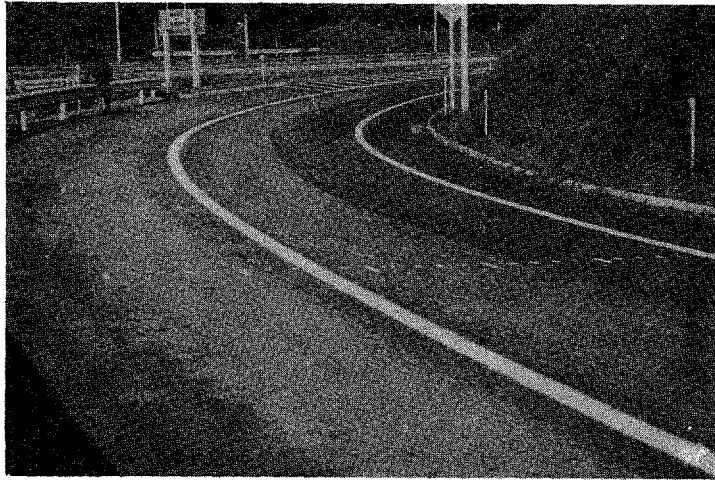


図-2・2 走行位置測定

月 日  
 ノーズから      m

インターチェンジ  
 on ランプ  
 off ランプ

東行  
 西行

時刻		時 分 ~ 時 分		観測者名			
車種	距離	車種	距離	車種	距離	車種	距離
バ	1.20						
P	1.80						
コト	-0.20						

(註) 速度記録用紙の場合は、上の断面図がなく、表中「距離」の項が「速度」となる。

図-2・3 走行位置観測用紙

## 2-2-2 解析とその結果

走行実態調査の結果、得られた資料数は次のようであつた。

表-2・2 資 料 数

場 所	ランプ 型式	乗 用 車	小 型 トラック	大型トラ ック・バス	その他	計
関ヶ原（西行流出）	S 型（上り勾配）	122	38	108	12	280
彦 根（西行流出）	S 型（下り勾配）	119	15	68	9	211
茨 木（東行流出）	ループ（下り勾配）	383	137	50	49	619

関ヶ原・彦根においても、500台以上の資料をとることを目標としたが交通量少なく、さらに悪天候にもわずわいされて十分な数を確保できなかった。

以下、各ランプにおける平均走行速度、平均走行位置（左側前輪）ならびにそれらの標準偏差を記載すれば次表のようになる。なお、このうち走行速度についてのみ小型車として乗用車の、大型車として大型トラック・バスの地点速度分布図を図-2・4に示す。

表-2・3 関ヶ原西行流出ランプ平均速度および位置

（走行速度：Km/h）

車 種 観測点	乗 用 車	小 型 トラック	大型トラ ック・バス	そ の 他	計
本線との分岐点 ①	53.8 (8.7)	50.8 (6.9)	50.7 (6.7)	52.7 (6.7)	52.2 (7.9)
才1円半径 終点 ②	49.2 (7.4)	47.1 (6.8)	43.0 (9.0)	49.1 (4.8)	47.6 (7.8)
最小半径中 点 ③	40.2 (5.5)	39.0 (6.2)	36.5 (6.6)	36.9 (5.6)	38.5 (6.0)

（走行位置：cm）

本線との分岐点 ①	50	44	25	35	39
才1円半径 終点 ②	11	-3	-31	-16	-8
最小半径中 点 ③	86	71	48	100	70

（ ）内は標準偏差

表-2・4 彦根西行流出ランプ平均速度および位置

(走行速度: Km/h)

観測点 \ 車種	乗用車	小型トラック	大型トラック・バス	その他	計
本線との分岐点 ①	40.9 (7.3)	37.7 (8.5)	38.9 (10.2)	31.9 (10.1)	39.8 (6.8)
才1円半径終点 ②	40.0 (6.4)	35.6 (6.5)	35.2 (6.8)	38.5 (4.1)	38.1 (6.4)
最小半径中点 ③	37.3 (6.1)	37.6 (3.4)	33.9 (5.6)	35.4 (8.5)	36.2 (8.1)

(走行位置: cm)

本線との分岐点 ①	122	123	14	110	106
才1円半径終点 ②	110	14	61	134	99
最小半径中点 ③	83	108	84	80	84

表-2・5 茨木東行流出ランプ平均速度および位置

(走行速度: Km/h)

観測点 \ 車種	乗用車	小型トラック	大型トラック・バス	その他	計
本線との分岐点 ①	43.8 (6.7)	42.5 (5.7)	40.7 (4.6)	41.6 (6.1)	43.2 (6.3)
才1円(最小曲線)中央 ②	33.8 (5.9)	34.4 (7.1)	32.0 (4.6)	34.2 (6.0)	33.8 (6.0)
才2円曲線中点 ③	—	—	—	—	—
本線橋下 ④	43.1 (6.4)	42.0 (6.4)	40.0 (4.6)	40.8 (4.6)	42.4 (6.4)

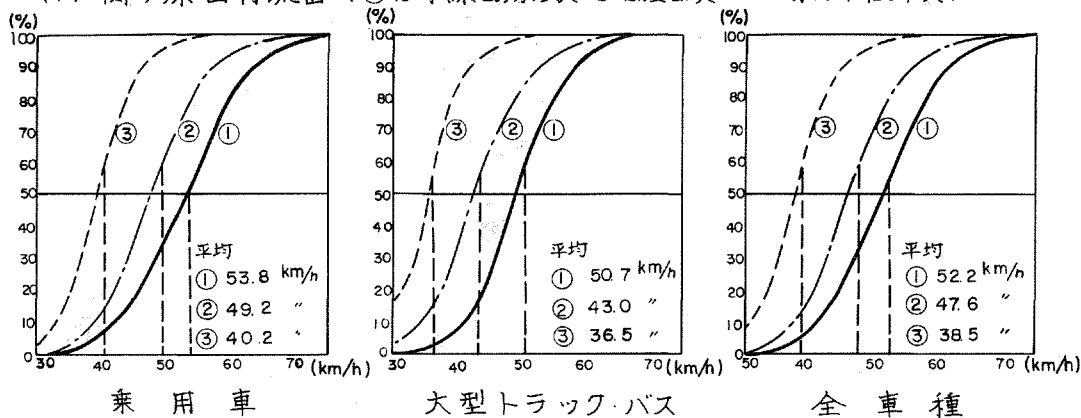
(走行位置: cm)

本線との分岐点 ①	48	59	33	50	50
最小半径中点 ②	-1	3	-9	-15	-2
才2円曲線中央 ③	-10	-15	-23	-35	-14
本線橋下 ④	49	47	32	38	46

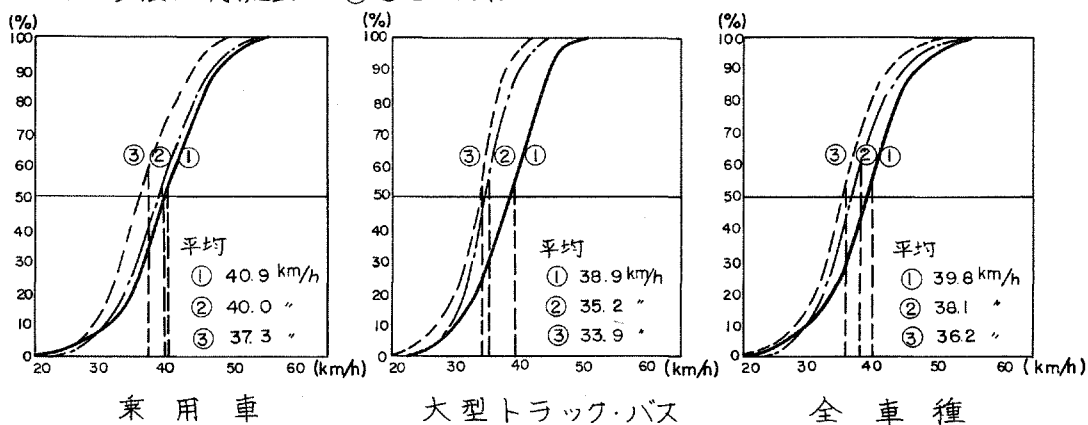
(註1) \*レーダースピードメーター故障により、速度観測はできなかった。

(註2) ( )内は標準偏差を示す。

(1) 関ヶ原西行流出 (①は本線との分岐点 ②は変曲点 ③は最小半径中点)



(2) 彦根西行流出 (①②③は同上)



(3) 菟木東行流出 (①は本線との分岐点 ②は最小半径中点 ④は本線ランプ橋下)

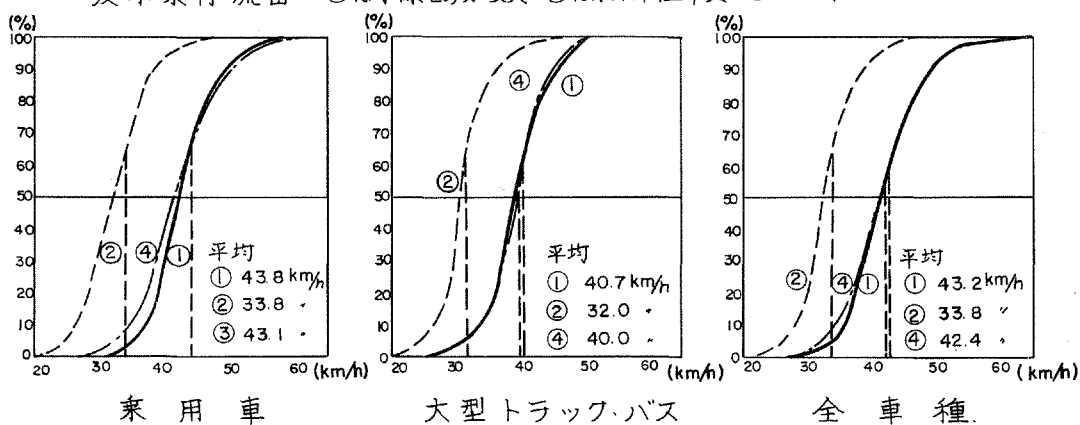


図-2.4 地点速度分布図

また図-2・5表は、表-2・3～2・5の数値をわかりやすく図示したもので、一点鎖線はおおののランプの中心線および高速道路本線の中心線を示し、また実線は、走行車輛の中心の走行軌跡を示している。実際の調査においては、走行位置は左側前輪で観測したのであるが、小型車の平均幅<sup>m</sup>1.50、大型車の平均幅<sup>m</sup>2.20を考慮し、全車種平均幅は<sup>m</sup>2.00と仮定して走行車輛の中心位置を推定してある。

以上の図、表から推論しうることは、次のようなことであろう。

- (1) 分岐端通過速度は、関ヶ原(52.2 Km/h) → 茨木(43.3 Km/h) → 彦根(39.8 Km/h)の順であり、この大きさの差は主として見通しの良否に起因しているように思われる。(関ヶ原はランプが上り坂で最も視認しやすい。また彦根は分岐端が路側の切土面に隠されて視認しにくい。)本線的设计速度は、関ヶ原、彦根が80 Km/h、茨木が100 Km/hであることを考えると、分岐端に接近する速度と本線设计速度との間には余り関係がないとみてよいであろう。
- (2) ランプに進入してからの減速度は、一般に分岐端を通過してから、最初の円曲線に入るまで一番大きい。今、観測点①～②の間での減速度を計算してみると次のようになる。

	(Km/h)		(Km/h)	減速度
関ヶ原	52.2	70m →	47.6	0.25 m/sec <sup>2</sup>
彦根	39.8	40m →	38.1	0.14 m/sec <sup>2</sup>
茨木	43.2	50m →	33.8	0.56 m/sec <sup>2</sup>

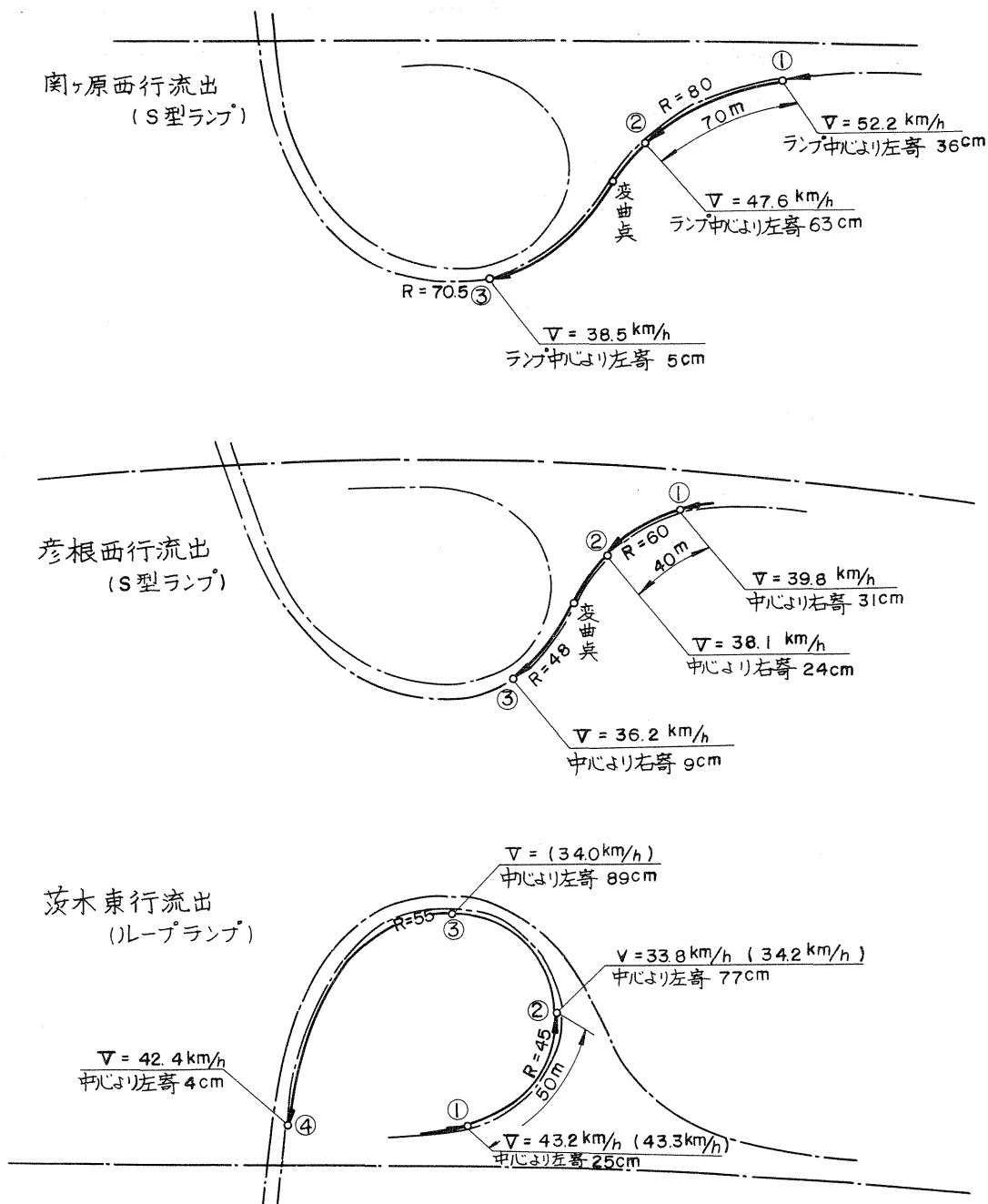
これからわかるように、S型ランプよりもループランプの方が減速度が高くなっている。このことは、ループにおいて、S型よりも短区間でかつ、より小さい半径に遭遇することに起因していよう。

- (3) ランプ走行速度は半径が小さいランプほど低い。流出ランプでは、運転者は走行速度を線形要素に応じて変えていることが看取される。
- (4) ランプの曲線半径と当該曲線区間の平均走行速度との関係から、 $f$ 値(横すべり摩擦係数)を逆算すると次のようになる。

$$\text{算式は } f = \frac{V^2}{127R} - i \text{ による。}$$

R=80 m	V=47.6 Km/h	$i=5\%$	$f=0.17$
R=70.5	V=38.5	$i=5$	$f=0.12$
R=60	V=38.1	$i=6$	$f=0.13$
R=46	V=36.2	$i=7$	$f=0.15$
R=45	V=33.8	$i=7$	$f=0.13$

平均  $f=0.14$



- (註) 1. ( )内は昭和39年施行の調査で得られた実測値  
 2. 走行位置は、平均車幅 2.00m と仮定して、左側前輪位置より 車輛中心に換算  
 3. 破線は中心線、実線は走行軌跡を示す。

図-2.5 流出ランプの走行速度・位置の比較 (全車平均値)

すなわち運転者は、平均的に0.12~0.17程度の横すべり摩擦係数を許容して走行しているということである。高速道路調査会による昭和39年の走行実態調査においても同様な測定が行なわれているが、このときはループランプ（流出、流入いずれも）のみが対象とされている。その結果、得られた値は0.13~0.17であり、ほぼ同様な数値となつたが、ループのみを対象としたせいか、全平均はほぼ0.16となり、ループランプの方が、S型ランプにくらべて半径の割に高い速度で走行していることが判明した。これは、ループの方が運転操作が簡単なことに起因しているものと考えられる。

- (5) 次に走行軌跡についてみれば、一般に運転者は曲線の内側寄りに走行する傾向のあることがわかる。とくにこの傾向はループランプにおいて著しい。これは、遠心加速度により車体がふられて、曲線外側のガードレールにぶつかることを警戒して走行していることを示すものであろう。このため、路肩を通る車が多く、名神のように路肩で舗装を一段おとしている構造を再検討し、ドルシュ氏の指摘するように全幅を同高とする構造とすることも考えて見る必要がある。

なお、彦根では、逆に曲線の外側寄りを走っている。これはこのランプ部分を昇通後改良し、分岐端で車道を右側に移動し、路肩が狭くなつたための特別な現象と考えられる（図-2・2参照）。

以上が走行実態調査の結果から引き出された諸点であるが、この他に、図-25の（ ）内に記入したのは、昭和39年施行の観測値であることを付記しなければならない。データでみるとおり、今回の値とほとんど差は認められない。したがって、およそ500程度の資料数が得られれば、速度の実態値としてはかなり精度の高いものが得られるものと考えられる。

## 2-3 実験車による走行特性調査

### 2-3-1 調査方法

実験車に、速度、加減速度、遠心加速度を測定する計器を搭載し、被験者を乗せて運転させ、ランプ走行時の速度、加減速度、遠心加速度等の走行特性を知ろうとするもので、走行実態調査が、非常に手数がかゝるに対して、比較的多くのランプを手軽に調査できる利点がある。しかし、被験者の数が非常に限られること、実験車に乗っているということによる精神的緊張度のため、通常の運転といくらか差違がでてくる（特に速く走る傾向がある）という欠点が予想される。たゞ、ランプ型式別の相対的比較の上では有用であろうと考えられた調査であり、前節でのべた走行実態調査を補



なうものである。

調査の方法は、通常の運転経験をもつ被験者によつて、安全と思われる任意の速度で実験車を操縦させ、速度、加速度等の走行力学的特性を測定しようとするものである。被験者としては6名選んだが、その構成は高速道路の運転に比較的習熟したもの2名、普通程度のもの2名、比較的習熟していないもの2名となつた。実験車は日本道路公団の試験車を用いた。

調査は昭和40年12月10日から13日まで、後述の生理反応調査と併行して実施された。名神高速道路のほぼ中間点に当る大津を起点として、下り方向尼崎まで、上り方向大垣まで往復するという手法によつた。これにより得られた観測値は、A(直線)型、B(左折)型、C(S)型、D(ループ)型の4型式すべてを含み、18のランプについてであつた(表-2・6)。

調査の目的は、速度、加速度それ自身の絶対値の大きさよりもむしろランプの型式別による相対的な比較、ならびに、運転中の走行特性、すなわち、どこで加減速するか、遠心加速の大きく妨く位置はどこか等を知ることが対象とした。

## 2-3-2 解析とその結果

得られた3つの観測値、速度、加減速度、遠心加速度のうち、加減速度についてはデータ記録の解析ができなかつたので(記録が小さすぎて、事実上、解析不能)省略して、こゝでは速度ならびに遠心加速度の解析値のみ記載することとし、観測したランプ、人員等、具体的数値を知る上で、一例として本線との分岐端における速度の値を示せば表-2・6のようになる。

以下、このようにして得られた速度の値を、特定点(本線との分岐端、変曲点、最小半径中点など一図-2・6参照)ごとに区分し、ランプの種別を

(I) 流出ランプと流入ランプに分けて

(II) 流出、流入それぞれのランプについて、これをS型とループのランプ群と、その他のランプ群とに分けて

(III) 流出、流入それぞれのランプについて、S型とループのランプに分けて  
平均値、標準偏差、ならびにおのおのの平均値に関する有意差の検定結果を一括記載すれば表-2・7のようになる。

表-2.6(a) 走行特性調査 (速度)

本線との分岐端 (C 呉) - 流出ランプ

インター-名 方向	尾崎		豊中		茨木		京都南		京都東		大津		栗東		八咫		彦根		関ヶ原		大垣		計	N	平均 (km/h)	標準 偏差
	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東						
ランプ型式	≡	⌒	⌒	⌒	≡	⌒	⌒	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡					
型式名	A	D	B	D	B	D	A'	B	B	B	C	B	C	B	B	C	B	B	C	B	B					
宮 木	64	45	56	40	53	48	75	52	45	50	52	60	63	50	62	55	60	50				980	18	54.4	8.7	
北 村	50	43	47	34	45	39	53	45	52	50	50	46	65	50	68	63	65	50				915	18	50.8	9.0	
小 谷	62	45	34	35	43	42	70	45	40	50	46	60	49	40	60	50	58	38				867	18	48.2	9.9	
市 川	60	53	51	50	59	61	63	51	53	50	55	63	65	48	65	64	58	52				1021	18	56.7	7.8	
七 宮	60	51	45	39	45	43	72	55	60	70	63	58	64	48	64	60	70	48				1015	18	56.4	9.8	
松 崎	63	49	44	53	51	47	82	52	58	50	51	60	60	50	44	65	62	50				991	18	55.1	9.2	
計	359	286	277	251	296	280	415	300	308	320	317	347	366	286	363	357	373	288				5.789				
N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6					108			
平均	59.8	47.6	46.2	41.8	49.3	46.7	69.2	50.0	51.3	53.3	52.3	57.8	61.0	47.6	62.8	59.5	62.1	48.0							53.6	

ランプ名	平均	標準偏差
S 型	55.3	7.3
ループ型	45.4	7.0
S. ループ	51.0	8.6
直結左折型	56.6	8.0

表-2.6 (b) 走行特性調査 (速度)

本線との分岐端 (C 英) - 流入ランプ

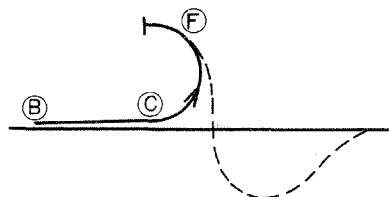
インター名 方向		尼崎	豊中	茨木		京都南		京都東		大津		栗東		八市	彦根	関ヶ原		大垣	計	N	平均 (km/h)	標準 偏差	
		東	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	西	東	西	東					西
ランプ型式																							
型式名		A	C	B	C	B	C	A'	B	B	B	D	B	D	D	B	D	B	B				
被 験 者 名	宮木	48	50	52	40	40	53	55	48	45	46	50	48	50	45	75	46	60	55	906	18	50.3	7.8
	北村	50	54	48	50	46	62	70	60	45	46	40	62	60	56	75	38	56	52	970	18	53.9	9.5
	小谷	62	52	45	48	42	59	64	54	56	46	46	54	48	45	68	38	62	48	937	18	52.1	8.1
	市川	63	78	68	55	55	42	52	70	74	54	45	63	45	52	90	46	73	55	1080	18	60.0	12.9
	七宮	50	54	40	58	45	65	68	58	55	55	54	62	58	50	56	48	75	54	1005	18	55.8	8.0
	松崎	55	55	52	48	45	51	73	62	43	48	52	53	46	45	60	46	65	50	949	18	52.7	7.7
計		328	343	305	299	273	332	382	352	318	295	287	342	307	293	484	262	391	314	5.847			
n		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		108		
平均		54.6	57.1	50.8	49.8	45.5	55.3	63.6	58.6	53.0	49.1	47.8	52.0	51.1	48.8	70.6	43.5	65.1	52.3			54.1	


ランプ型式	平均	標準偏差
S 型	54.1	8.4
ループ型	47.9	5.5
S型、ループ型	50.5	7.5
直線型、左折型	56.4	9.6

(a) 直結型ランプ (A 型)

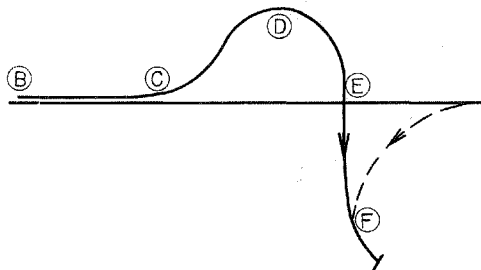


(b) 左折型ランプ (B 型)

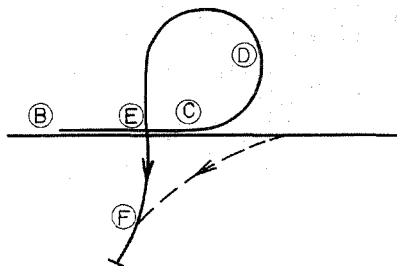


\*  のような型式も左折型に含める

(c) S 型ランプ (C 型)



(D) ループランプ (D 型)



(註) 特定長 { (B) 点: 減(加)速車線始点 (C) 点: 本線との分岐(合流)端 (D) 点: 変曲点  
(D) 点: 最小半径中点 (E) 本線との交点 (F) ランプ同士の間合流点

図-2.6 ランプの型式と速度測定施行特定地点

図-2.7、図-2.8 は、特に S 型ランプとループランプとの比較を示したものである。図-2.7 は、速度ならびに遠心加速度の観測値を図示したもので、速度は、流出の S 型 (4ヶ所)、ループ (3ヶ所)、流入の S 型 (3ヶ所)、ループ (4ヶ所) の各総平均である。一方、遠心加速度の方は、各ランプ毎の平均値により包まれる変動範囲によつて図示してある。したがつて、この変動幅の中央を結ぶ線が総平均を示すことになる。図-2.8 はランプの最小半径と速度 (平均値) との相関々係を示すもので、流出入別と S 型とループとに分けてある。

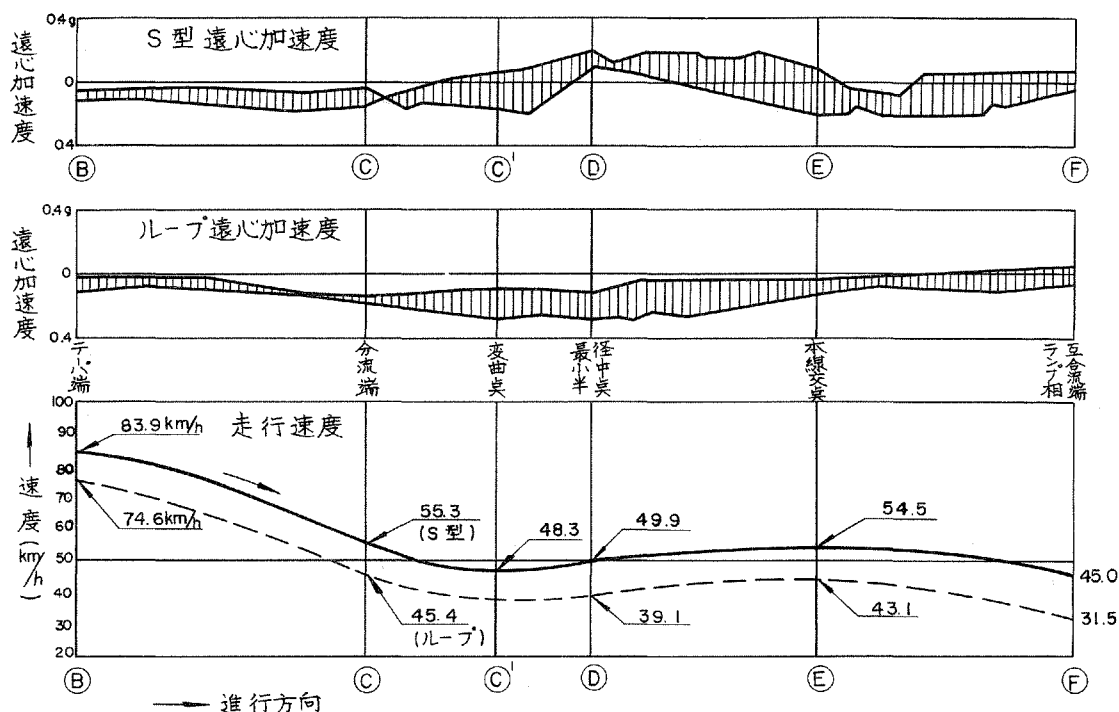
以上の各図、表から、次のことがいえよう。

- (1) 流出ランプと流入ランプとの速度の大きさはほぼ同程度である (表-2.7)。
- (2) S 型、ループのランプ群と、直結、左折等その他のランプ群とを比較すれば、流

表 - 2・7 実験車によるランプ走行速度とランプ種別による比較

比較対象 区分		(I)流出、流入 ランプの比較		(II)S型ループのランプ群とその 他のランプ群との比較				(III)S型のランプとループ ランプとの比較			
		流出 ランプ	流入 ランプ	流出ランプ		流入ランプ		流出ランプ		流入ランプ	
				S型と ループ	その他 のランプ	S型と ループ	その他 のランプ	S型	ループ	S型	ループ
資 料 数 (n)		108	108	42	66	42	66	24	18	18	24
変速車線端⑮	平 均 値 ( $\mu$ )	79.5	81.7	79.0	79.8	81.3	81.9	83.9	74.6	84.6	81.4
	標準偏差 ( $\sigma$ )	10.4	9.9	11.0	11.8	9.9	9.9	9.4	10.9	12.0	7.4
	有無差の有無	有意差なし		有意差なし		有意差なし		有意差あり		有意差なし	
本線との分岐端⑯	平 均 値 ( $\mu$ )	53.6	54.1	51.0	56.6	50.5	56.4	55.3	45.4	54.1	47.9
	標準偏差 ( $\sigma$ )	9.2	9.4	8.6	8.0	7.5	9.6	7.3	7.0	8.4	5.5
	有無差の有無	有意差なし		有意差あり		有意差あり		有意差あり		有意差あり	
変曲点⑰	平 均 値 ( $\mu$ )	—	—	—	—	—	—	48.3	—	51.2	—
	標準偏差 ( $\sigma$ )	—	—	—	—	—	—	4.4	—	5.1	—
	有無差の有無	—		—		—		—		—	
最小半径中点⑱	平 均 値 ( $\mu$ )	—	—	45.3	—	48.9	—	49.9	39.1	50.2	47.7
	標準偏差 ( $\sigma$ )	—	—	7.8	—	5.0	—	5.1	6.4	5.7	4.0
	有無差の有無	—		—		—		有意差あり		有意差なし	
本線との交点⑲	平 均 値 ( $\mu$ )	—	—	49.7	—	52.0	—	54.5	43.1	51.3	52.5
	標準偏差 ( $\sigma$ )	—	—	8.1	—	5.2	—	6.1	5.4	6.0	4.9
	有無差の有無	—		—		—		有意差あり		有意差なし	
分合流点 同士の⑳	平 均 値 ( $\mu$ )	38.6	38.1	39.2	38.2	38.6	37.8	45.0	31.5	31.3	44.1
	標準偏差 ( $\sigma$ )	13.8	12.6	14.2	13.3	10.9	12.3	14.3	10.1	3.9	11.3
	有無差の有無	有意差なし		有意差なし		有意差なし		有意差あり		有意差あり	

流出ランプ (速度は全ランプ平均 遠心加速度は変動の範囲)



流入ランプ (速度は全ランプ平均 遠心加速度は変動の範囲)

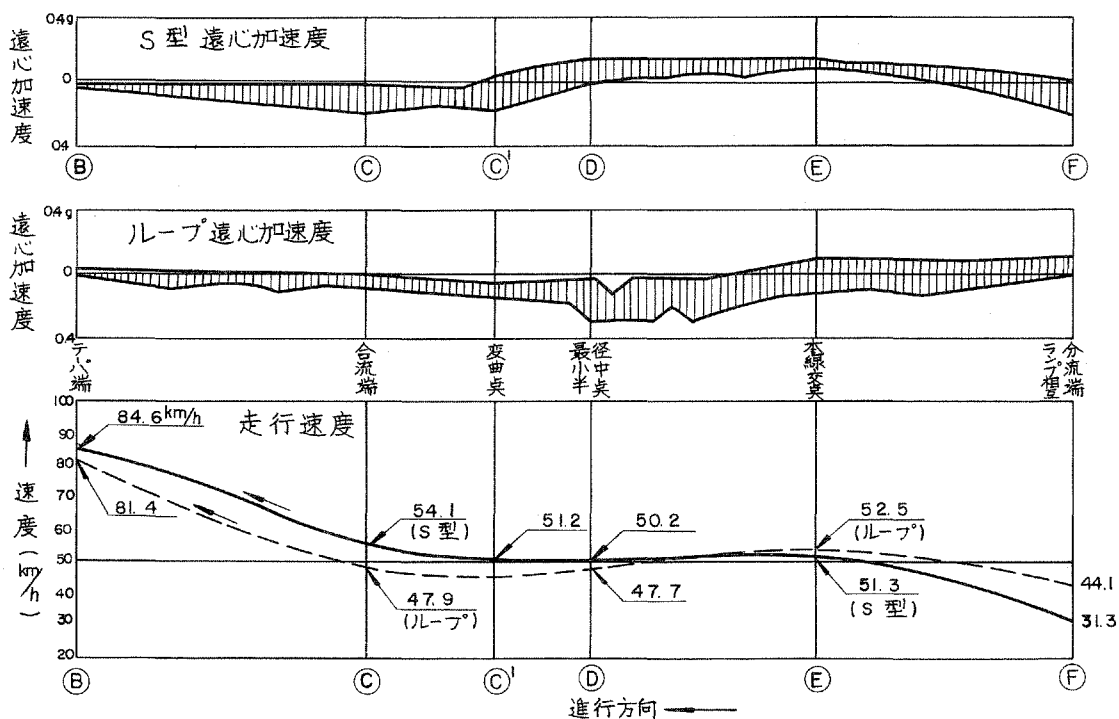


図-2.7 S型ランプとループランプの走行特性比較

出入いずれの場合にも、その他のランプ群の方が高い速度で本線との分合流端を通過する傾向にある。これは、その他のランプ群のランプ群が一般に線形が単純で半径も大きいことから生ずる結果と考えられる。しかし、変速車線の最先端およびランプの終点（ランプ同士の分合流点）では、両群に速度の差異は認められない（表-2・7）。

(3) S型とループランプとを比較すれば、流出、流入ともS型の方が高い速度で走行する傾向にある（しかし流入ランプの始め㊦～㊧区間は逆）。これは、ループランプの方が半径が小さいことに起因している（図-2・7）。

(4) 流入の場合のループランプにおいて、㊦から㊧点を過ぎてしばらく迄の間は、前項と逆にループランプの方がS型より高い速度で走行している。このため、流入のループランプは最小半径付近で急に減速することが多い。これはたまたま流入のループのあるインターチェンジでは、S型の流入ランプのあるインターチェンジに比して、一般にアプローチ（トールゲートから最小半径までの部分）が長く、かつ線形が良いので、自然アプローチでの速度が高くなり、その後、半径の小さい部分に遭遇して急に減速するものと考えられる。しかしループ部での速度は流出部より流入部の方が高い（図-2・7）。

(5) S型とループの遠心加速度についてみれば、S型ランプの遠心加速度は $\pm 0.2g$ を最大としているのに対し、ループランプのそれは $0.3g$ を最大値とし、ループの方が大きくなっている。これは走行実態調査の項でも言及したが、ループの方が平均して最小半径が小さいことが主因であるが、またループでは、曲る方向が一定のため、運転動作が単純となり、平面曲線半径に対して速い速度で走行する傾向があることを示しているものと考えられる。なお、流入のループランプにおいて、㊧～㊨の中間付近で、無理な減速を行なっている状態が、速度のみならず、遠心加速度の図にもよく表われている（図-2・7下）。

(6) 図-2・8はランプの最小半径とそこを通過する速度との相関々係を示すものである。

まず、S型とループとをまとめ、流出ランプと流入ランプとにわけて最小半径との相関を調べると（図-2・8(a)）、流出ランプでは、最小半径とその点も通過する速度とは相関がある（相関係数 $r=0.94$ 、自由度 $df=n-2=5$ 、危険率5%の相関係数有意限界は $|r|=0.76$ ）が、流入ランプでは相関係数 $0.44$ で、相関があるとはいえない。これは流出ランプでは単に減速するという判断のみでよいので、線形に忠実に速度を加減するのに対して、流入ランプでは高速車線に入るといふ意識が働いて、直接の走行半径より、見通しや流入部との距離関係から速度を調

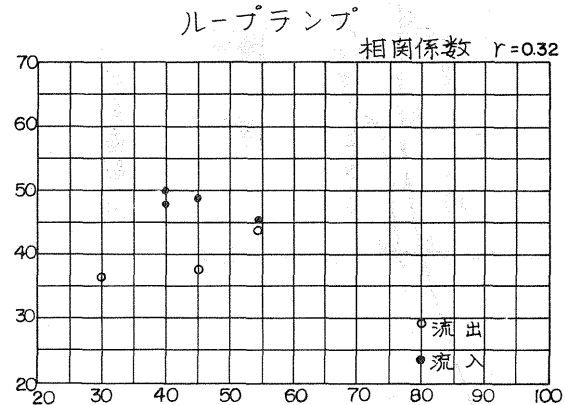
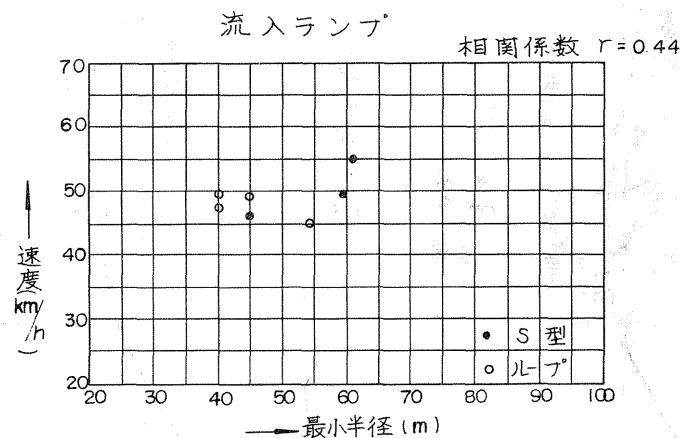
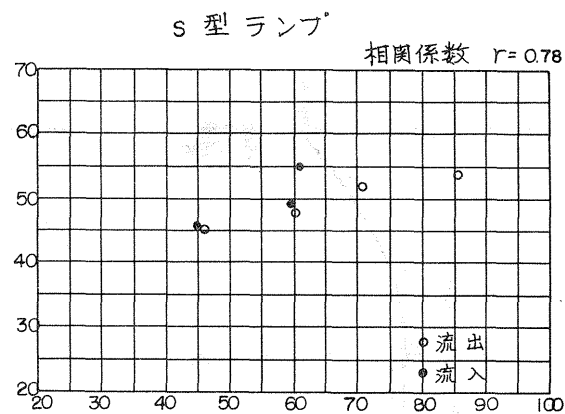
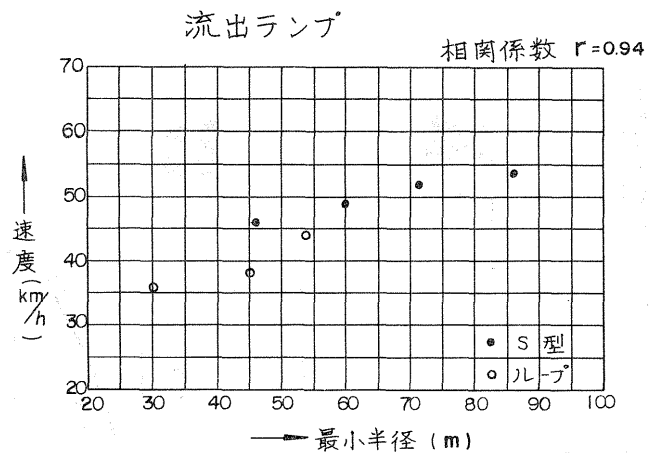
節しているのではないかと考えられる。

またS型ランプとループランプにわけて調べた結果(図-2・8(b))は、S型では相関があるが( $r=0.78$ )、ループランプでは相関があるとはいえない( $r=0.32$ )、これは両ランプの形状に原因があるのではなく、ループランプの資料7箇のうち、4箇が流入ランプのものであり、そのことの影響が強く作用したものではないかと考えられる。

- (7) 2-2で述べた走行実態と実験車による走行速度との関係を調べたのが図-2.9である。ランプ全体にわたる資料が得られていないので、すべてについて断言できないが、一般に実態よりは平均して7km程度高い速度で走行する傾向にあつた。

これは被験者の中に高速走行に慣れた者が含まれていたこと、もう一つは、実験されているという意識がどうしても車を速く走らせる結果を招く(すなわち、見張られているということで、早くそれから抜け出したいと無意識に速度を出す傾向)という二つの原因が考えられる。しかしこの図-2・9から、実験車による走行でも、相対的な状態の観察の上では、実態面の代用はできるように見える。ただ被験者数としては、最少10人程度は必要であると思われる。



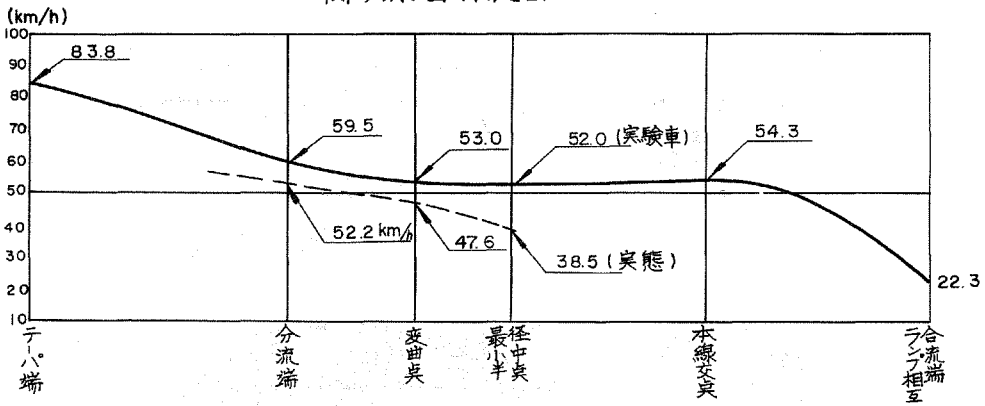


(a) 流出ランプと流入ランプ

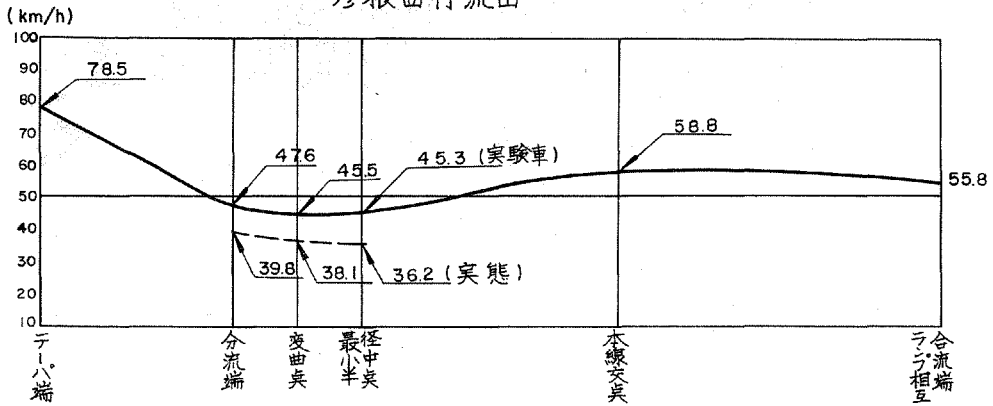
(b) S 型 ランプとループランプ

図-2.8 ランプ型式と最小半径の相関

関ヶ原西行流出



彦根西行流出



波木東行流出

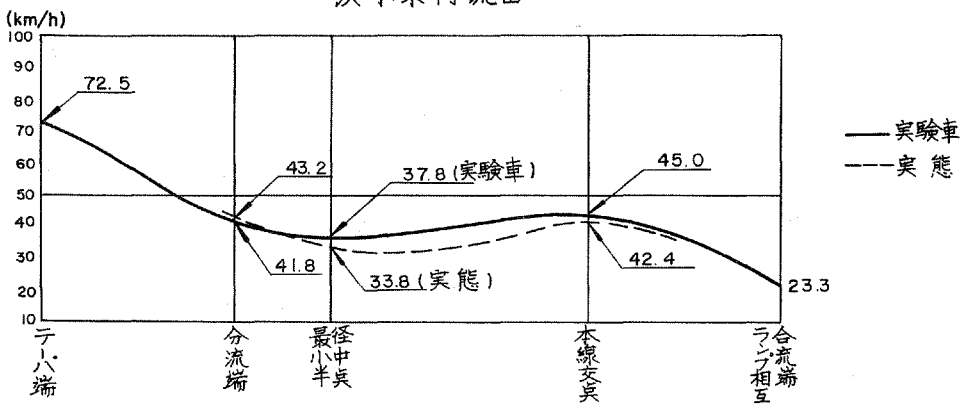


図 - 2・9 実態観測値と実験車による測定値との速度特性比較

## 2-4 実験車による生理反応調査

### 2-4-1 調査方法

実験車に通常の運転経験を有する被験者をのせ、図-2・10に示すように被験者の上半身に電極を取りつけて運転させ、皮膚電気反射 (Galvanic Skin Reflex 略してGSRという)、脈搏数、呼吸数から総合的に運転者の心理的、生理

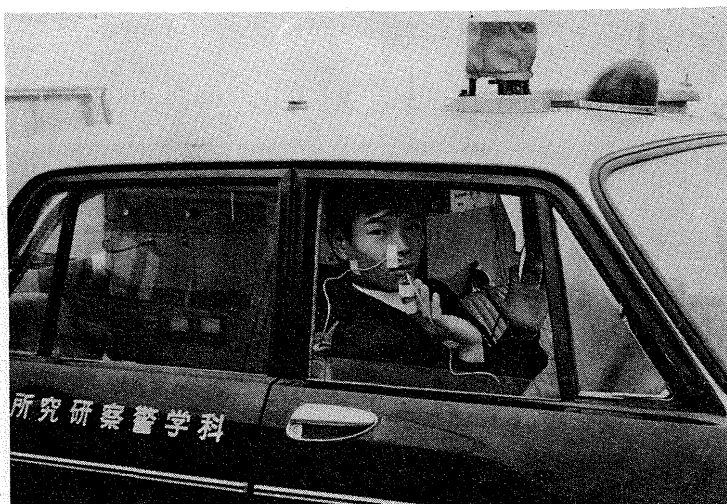


図-2・10 生理反応実験車

的反応をとらえようとするもので、運転者の精神的側面に対する調査である。このような試みは、外国ではD. E. Cleveland、わが国では近藤武氏の調査例があるが<sup>(2)、(3)</sup>ランプに対する総合的な適用は、現在まで文献にもみられず、恐らく今回が初めての試みであつたと思われる。この意味で非常に期待して行なつた実験の一つであつたが、後述のような解析上の問題もあり、必ずしも成功とはいへなかつた。

この実験は走行特性実験と同一被験者によつて同一期間に行なつた。実験車は警察庁科学警察研究所の試験車を借用し、調査および解析には同所の技術者の方々の助力を得た。

観測は、走行特性と同様、大津を起点とし、大津 ⇄ 尼崎、大津 ⇄ 大垣間を走行特性と関連して、別々の実験車を同一被験者が運転するという方法によつた。例えば、被験者Aが午前中走行特性調査で大津～尼崎間を往復すれば、午後、生理反応調査で大津～大垣間を往復するのである。このようにして2日かかりで、被験者Aは尼崎～大垣間の都合36ヶ所の流入ランプを、走行特性、生理反応調査でおのおの1回づつ通過することとなる。このように、同時に二つの調査を行なつたものではなく、併列で行なつたものなので、例えば、ランプの線形と速度と生理反

応の3つの相関性を一時にとらえることはできなかった。

図-2・11は、このようなランプ走行時の被験者のGSR、脈博、呼吸の生理反応データーの一例である。

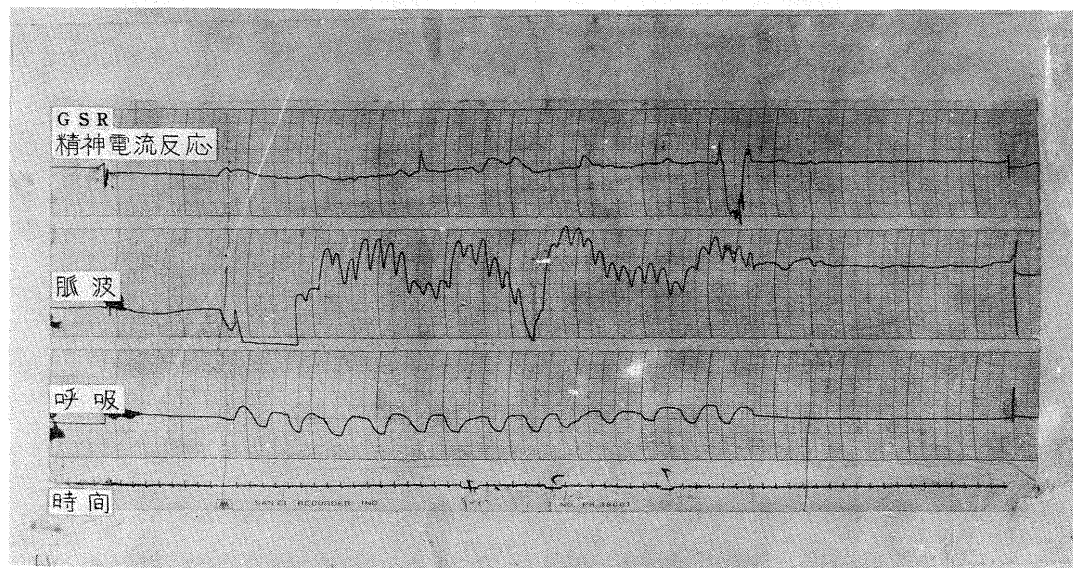


図-2・11 生理反応データー

#### 2-4-2 解析とその結果

図-2・11に示したようなデータを解析して、GSR、脈博、呼吸の3点から総合時に判断して、精神的な反応が生理反応として表われた箇所をまず調べていくのであるが、この場合被験者が体を動かすとか、ハンドルに力が入るとかする物理的な運動も生理反応の上に重なって表われてくる。したがって、このような物理的な側面を除かねばならないのであるが、データの上に、運転者の動作を必ずしも詳細に記入することは行なっていなかった。そのため、解析の際、生理反応が表われている箇所が、精神的なものであるが、単なる運転動作に起因するものであるか判明に苦しい箇所が、2〜3割程度散見された。この意味で、調査には今一つの配慮が足りなかったのだ。

るが、ともあれデータを科学警察の専門家の協力を得てできるだけ慎重に解析し、GSR、脈搏、呼吸から総合的に判定して一応の成果をみたのが表-2・8である。

表-2・8は流出ランプと流入ランプに分類して、精神的な反応が生理反応としてあらわれたとみられる回数を一括記載したものである。ここで、表中、数字を丸で囲んだものは各被験者の平均生理反応発生回数を上回る場合である。例えば、表-2・8(a)最上欄において、被験者「宮木」の生理反応発生回数の平均値は3.00であるので、これを上回る豊中(東)、茨木(西)、京都南(西)に丸が付してある。このような考慮は、生理反応の平均発生回数上の個人差をなるべく消去しようとしたためで、例えば、被験者AとBとで、平均的にBの方が反応回数が多い場合には、同一のランプにおけるAとBとの反応回数が同じでも、必ずしも同意であるとはみなされない。したがって、各人の平均反応回数を上回る数値に丸をつけて、これの多いランプが生理反応の高いランプであると判断する方法をとることにした。

次に、このようにして、丸で囲んだ数値が1つのランプについてどれ位現われるかは、「生理反応発生強度指数」という呼称で表示してある。例えば、豊中(東)、流出ランプにおいては、6人のうち2人が各個人の平均値以上の反応が現われている。このとき生理反応発生強度指数は  $2/6$  または0.33と呼ぶことにする。生理反応発生強度指数が0.5をこえるランプは生理反応発生度の高いランプとして最下欄に二重丸が付してある。このようなランプは、したがって、線形か何かに問題がありはしないかという検討の目安になる訳である。

次に表-2・8(a)(b)をもとに、これを前節の走行特性と同様に分類して、平均値、平方和、分散、標準偏差の算出、および平均値に関する有意差検定を行なうと表-2・9のようになる。

以下、このような平均値等の計算、あるいは有意差の有無の検討から推論されうることを列挙することとする。しかし、解析途上、前述のような読取り上の問題もあったので、以下に列挙する事項は一応の目安と考えねばならないであろう。

- (1) 流出ランプと流出ランプとの間には、生理反応発生上の強い差異は認められない。
- (2) しかし、流出入とも、S型とループのランプ群とその他のランプ群との間には、有意なる差が認められる。もつともS型、ループは平均的にその他のランプ群よりランプ延長が長いことを考えると、生理反応の発生回数が多いことは一面、当然の結果ともいえる。たゞ、その他のランプ群の中で、関ヶ原東行流出ランプにおいて、生理反応発生回数が高かつたので、その原因を究明する必要がある。
- (3) S型とループランプとの比較については、平均値のみを単に見較べれば、後に述べる事故統計と同一の結果、すなわち流出ランプではS型よりループの方がよく、

表-2・8 (a) 流出ランプの生理反応発生回数

インター 方向 ランプ 型式 被験者名	尼崎		豊中		茨木		京都南		京都東		大津		栗東		八日市	彦根		関ヶ原		大垣	計	n	平均
	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	東	西	西	東	西	東	東			
宮木	2	⑥	④	2*	④	—	—	1		2*											21	7	3.00
山川(I)	1	2	1	④	1	③	③	④	④	1	③	2	③	③	1	⑤	—	2			43	17	2.53
山川(II)									2		⑤	2	⑥	⑥	0	3	—	2			26	8	3.25
小谷	1	2	—	—	2	1	③	③	2	1*	④	③	⑤	2	—	④	2	④			39	15	2.60
市川	1	2	2	③	2	—	0	2*	2	2	④	④	2	③	—	⑤	③	—			37	15	2.47
七宮	2	⑤	1*	⑥	2	③	1	③*	③	1*	③	2	③	③	③	2	③	④			50	18	2.78
松崎	0	1	1	③	2	④	2	1	③	2*	③	1	2	③	0	③	③	2			36	18	2.00
計	7	18	9	18	13	11	9	14	16	9	22	14	21	20	4	22	11	14			252		
n	6	6	5	5	6	4	5	6	6	6	6	6	6	6	4	6	4	5				98	
平均	1.17	3.00	1.80	3.60	2.17	2.75	1.80	2.33	2.67	1.50	3.67	2.33	3.50	3.33	1.00	3.67	2.75	2.80					2.57
生理反応発生強度指数	0/6	2/6	1/5	4/5	1/6	3/4	2/5	3/6	3/6	0/6	6/6	2/6	4/6	5/6	1/4	4/6	3/4	2/5					
指数の高いもの				◎		◎					◎		◎	◎		◎	◎						

表-2.8(b) 流入ランプ生理反応発生回数

[illegible]

表-2・9 生理反応発生回数に関する各種比較

比較対象 区分	(I) 流出ランプと流入ランプの比較		(II) S型とループのランプ群とその他のランプ群との比較				(III) S型のランプとループランプとの比較			
	流出 ランプ	流入 ランプ	流出ランプ		流入ランプ		流出ランプ		流入ランプ	
			S型と ループ のランプ	その他 のラン プ	S型と ループ のランプ	その他 のラン プ	S型	ループ	S型	ループ
資料数 (n)	98	101	39	59	40	61	24	15	17	23
平均値 ( $\mu$ )	2.57	2.75	3.38	2.03	3.28	2.41	3.54	3.13	3.12	3.39
平方和 (S)	209.9	215.7	71.4	69.9	65.9	106.8	34.0	35.7	37.8	27.5
分散 ( $\sigma^2$ )	2.14	2.23	1.83	1.18	1.65	1.75	1.42	2.38	2.22	1.19
標準偏差 ( $\sigma$ )	1.46	1.49	1.35	1.09	1.28	1.32	1.19	1.54	1.48	1.09
平均値に関する有意差の有無	有意差なし		有意差あり		有意差あり		有意差なし		有意差なし	

流入ランプではループよりS型の方がよく、したがって、これをトランベット型式のA、B型におきかえればA型よりB型の方がよいといえそうであるが、統計的に有意なる差は認められないのでこの生理反応実験結果から直ちに、トランベットA型とB型、いずれがよいかについての断定はできない。

- (4) ランプの最小半径と生理反応発生回数との間の相関々係を調べてみたところでは、流出ランプにおいては相関あり ( $r = -0.647$ 、負の附号がつくのは、半径が小さくなるほど生理反応発生回数が高くなるため。危険率5%、自由度16の相関係数の有意限界は  $|r| = 0.47$ ) と認められるが、流入ランプにおいては相関はほとんど認められなかつた ( $r = -0.032$ )。これは走行特性調査における速度と最小半径との相関に類似している。このことは流出ランプの運動動作が比較的単純で、最小半径の値がすなおに反応回数に反映されるに対して、流入ランプでは、本線へ進入する前の心理的に複雑な状態が反映しているものと考えられる。
- (5) 走行特性におけると同様に、S型ランプとループランプに分けた場合の生理反応発生回数と最小半径との相関々係は、S型ランプの場合、相関係数  $r = 0.58$ 、ループランプの場合  $r = 0.51$  となりいずれも相関はないと判定された (危険率5%、自由度5の相関係数の有意限界は  $|r| = 0.76$ )。そのみならず、最小半径が大きくなると生理反応発生回数が多くなるという常識とは反対の結果となっており、生理反応発生回数でみるかぎり、ランプ延長が大きな要因となるに過ぎず、このような調査では、さらに特殊な工夫が必要であることが判明した。



## 2-5 運転者アンケート調査

### 2-5-1 調査方法

運転者が実際の走行時に、個々の線形条件をどのように感じているかを知ることとはランプ線形の特性を解明するための大きな手掛りである。実験者による生理反応調査が運転者の無意識的精神反応を知る手段であるとするならば、アンケート調査は運転者の意識的精神反応を知る手段であると考えられる。

調査対象としては、名神高速道路を定期的に走行している高速道路バスの運転手を選んだ。これは各ランプを比較して評価しうるのは、すべてのランプを平均的に熟知していることが必要であると考えたからである。ただバス運転者であることによる、ある片寄りが調査結果の上に出てくるであろうことは考慮しておかねばならない。

名神高速道路を全線にわたって走行しているバス会社は、国鉄バス、日本急行バスおよび日本高速バスの3社である。この3社に協力を求め、以下に述べるアンケート調査を行なった。昭和41年3月27、28の両日、名古屋および大阪の各会社営業所で説明会を行ない。説明会に出席できなかったものの回答も含め、各会社から後でまとめて送付して貰った。回答数は国鉄20、日本急行18、日本高速20、合計58枚であった。

アンケートでは、表-2・10に示す質問を行なった。質問の内容を大別すれば、

1. ランプ走行の難易の判定
2. 上記の理由
3. 無理なブレーキを踏む位置

の3点である。その他、見通しの悪い場所その他、走行上問題のある箇所を具体的に図上に記させることとした。このため、別に各インターチェンジの概略平面図の一覧表を渡し、ブレーキを踏む箇所もその平面図上に直接記入させた。

表-2・10 名神高速道路インターチェンジアンケート調査

#### 質問〔1〕

- 1) あなたの受持区間を書いて下さい。( )
- 2) あなたの受持区間にあるインターチェンジのランプについて、判定して下さい。判定は次表の判定欄に次の記号を記入して下さい。  
イ、非常に走り易い。 ロ、走り易い。 ハ、どちらでもない。  
ニ、走りにくい。 ホ、非常に走りにくい。
- 3) 判定欄①および②を記入した場合について、その理由を下記の1～13迄の中から選び、その番号を前表の理由欄に記入して下さい。  
1. 上り坂だから、 2. 下り坂だから、

3. 勾配がゆるいから、
4. カーブの半径が大きいから、
5. ハンドル操作が簡単だから
6. ブレーキを踏んだまゝだから、
7. 同じ半径の円の長さが長いから、
8. カーブに合わせて自然にブレーキが踏めるから、

上り方向					下り方向				
インター名	流出 流入	ランプ型式	判定	理由	インター名	流出 流入	ランプ型式	判定	理由
尼ヶ崎	流入				一の宮	流入			
蔓 中	流出				大 垣	流出			
	流入					流入			
一の宮	流出				尼ヶ崎	流出			
	流入					流入			

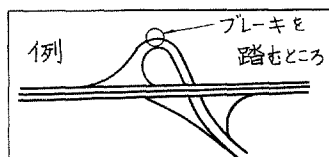
図-2.2 走行位置測定

9. 見通しが良いから、
  10. ランプが長いから、
  11. ランプがあまり長くないから、
  12. ランプが2車線だから、
  13. その他
- 4) 判定欄に㊷および㊸を記入した場合について、その理由を下記の1～16迄の中から選び、その番号を前表の理由欄に記して下さい。
1. 上り坂だから、
  2. 下り坂だから、
  3. 勾配が急だから、
  4. カーブでハンドルが切りにくい、
  5. カーブの半径が小さい、
  6. ハンドル操作が難しい、
  7. 同じ半径の円の長さが長いから、
  8. 同じ半径の円が短く半径が変わるため、
  9. 流出の場合急ブレーキを踏むため、
  10. 流出の場合ブレーキを踏むため、
  11. 流出の場合ランプの途中でブレーキを踏むため、
  12. 流入の場合流入の近くでブレーキを踏むから、
  13. 見通しが悪いから、
  14. ランプが長いから、
  15. ランプが短いから、
  16. ランプが2車線巾だから、

## 質問 [2]

1) 名神高速道路のインターチェンジのランプの中で、運転上、見通し、勾配、線形等の関係で特に危険を感じ、無理なブレーキ操作をしなければならないランプがありましたら、そのランプを指摘し、前表の図の中にその位置を記入して下さい。

2) インターチェンジに限らず、  
高速道路や道路標識等に御意  
見があればお書き下さい。



## 2-5-2 解析とその結果

アンケートでは、12のインターチェンジについて、流出ランプ24、流入ランプ23についての資料が得られた。高速道路バスは、すべてのインターチェンジランプを平均的に使用しているわけではない。また高速道路バス路線に入っていないランプもある。したがって資料数は概ね50程度はあるが、特に京都東の全ランプ、京都南の東行流出および西行流入ランプ、一宮東行流入ランプ等は資料数が充分でない。また大垣についても、約半数程度の資料数しか得られなかった。なお、某社の資料の中に、同一の資料を書き写したと思われる資料が6枚あったので、1枚を除き、他は捨てることとした。

これらの資料からの調査結果を、流出および流入のそれぞれについて、A、B、C、Dの4ランプ型式に分類してまとめた。表-2・11は走行性の難易についての集計である。アンケートで走行の難易について5段階に答を求めているので、その数を集計して「評価」の欄に示してある。この5段階に5点から1点までの評点を与え、これに回答数を乗じ、これを集計して平均の評点を求めた。評点が3.00以上であれば平均的に「走り易い」ランプであると見なすことができ、3.00未満であれば、「走りにくい」ランプであると見なされる。

アンケートにはまた、ランプの走行性の評価でイまたはロ、とした場合、すなわち走り易いと評価した場合と、ニまたはホ、すなわち走りにくいとした場合それぞれについてその理由をあげさせている。これを集計したのが、表-2・12である。表-2・11の最右欄に主要理由として掲げてあるのは、それぞれのランプの平均評点が3.00以上の場合は「走り易い理由」のうちの最大値を示したものを、平均評点が3.00未満のもの(△を付してある)に対しては、「走りにくい理由」のうち最大値を示すものを掲げてある。

表-2・11 アンケートによる走行性評価

## (a) 流出ランプ

型 式	ランプ名		評 価 *					評 点 **	主 要 理 由 ***
	I C 名	方向	イ (5)	ロ (4)	ハ (3)	ニ (2)	ホ (1)		
A A (平均)	尼ヶ崎	東	2	4	1	9	2	△2.94	△下り坂 △ランプが短い (特に明らかでない)
	"	西	7	10	3	21	8	△2.74	
	京都東	西		2				3.00	
								(△2.89)	
B (平均)	豊 中	西	14	34	2	3		4.11	見通し良
	茨 木	西		18	8	23	1	△2.86	△カーブでハンドル切りにくい
	京都南	西	2	28	10	9		3.47	見通し良
	京都東	東	1	1		3		3.00	(特に明らかでない)
	大 津	東	1	13	4	21	11	△2.54	△ランプが短い
	"	西	3	24	7	9	6	3.19	ブレーキをあまり使わず簡単
	栗 東	東	4	11	5	22	1	△2.88	△勾配急
	八日市	東	18	28	3	2	1	4.16	ハンドル操作簡単
	彦 根	東	4	13	7	20	8	△2.71	△勾配急
	関 原	東	3	28	4	15	1	3.33	見通し良
	大 垣	東	13	9		1		4.48	"
	"	西	5	13	3	1		4.00	"
C (平均)	栗 東	西		13	9	26	4	△2.54	△半径が小さい
	八日市	西	11	20	6	15		3.52	半径が大きい
	彦 根	西		13	6	26	8	△2.45	△半径が小さい
	関 原	西	1	19	5	22	4	△2.82	△ "
	一 宮	東	5	28	7	10		3.46	半径が大きい
D (平均)	豊 中	東	7	24	5	15		3.45	カーブに合わせて自然ブレーキ
	茨 木	東	3	20	7	17		3.20	半径が大きい
	京都南	東		3	4	8	1	△2.56	△半径が小さい
総 平 均								(3.17)	

\* 評価：下記の意味を示す

(イ) 非常に走り易い、 (ロ) 走り易い、 (ハ) どちらでもない、

(ニ) 走りにくい、 (ホ) 非常に走りにくい

\*\* 評点：評価の(イ)～(ホ)に5～1点を与え、加重平均値を示す。3.0未満の場合は△を付して平均的に走りにくい場合であることを示す。

\*\*\* 主要理由：評点3.00以上の場合「走りやすい場合」の理由のうち最多値を示すものを、評点3.00未満(△を付したもの)には、「走りにくい場合」の理由のうち最多値を示したものを掲げた。

## (b) 流入ランプ

型 式	ランプ名		評 価					評 点	主 要 理 由
	I C 名	方向	イ (5)	ロ (4)	ハ (3)	ニ (2)	ホ (1)		
A	尼ヶ崎	東	3	15	7	22	1	△2.94	△勾配が急
	〃	西	5	19	2	19	5	3.00	見通し良
	京都東	西		4				4.00	勾配が緩い
								(3.31)	
B	豊 中	西	17	20	8	13		3.44	ハンドル操作简单
	茨 木	西	1	26	9	11		3.36	〃
	京都南	西		10	8	2		3.40	見通し良
	京都東	東		3		2		3.20	(特に明らかでない)
	大 津	東	1	20	7	20	3	△2.92	△勾配が急
	〃	西		7	2	15	31	△1.80	△見通し悪し
	栗 東	東	2	28	12	11		3.40	勾配緩
	八日市	東	13	33	5	1		4.12	ハンドル操作简单
	彦 根	東	4	22	5	19	3	3.10	ランプが長い
	関 東	東	3	32	5	7		3.66	見通し良
	大 垣	東	6	14	4			4.08	〃
	〃	西	5	14	3			4.09	〃
	一 宮	西	11	29	2	6		3.94	ハンドル操作简单
								(3.43)	
C	豊 中	東	16	27	4	6		4.00	ランプが長い
	茨 木	東	7	20	8	6	1	3.62	半径大
	京都南	東	5	24	8	9	1	3.49	半径大
								(3.71)	
D	栗 東	西	1	16	4	29	1	△2.74	△半径小
	八日市	西	1	11	4	28	7	△2.43	△半径小
	彦 根	西	1	10	3	27	12	△2.43	△半径小
	関 原	西	7	3	5	28	8	△2.47	△半径小
	一 宮	東		8	3	6		3.12	勾配緩
								(△2.64)	
総平均								3.28	

表-2・12 ランプ走行難易の理由

(a) 流出ランプ

型式	ランプ名		走り易い理由													走りにくい理由																摘 要	
	I.C名	方向	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	(走り易い理由)	
A	尼ヶ崎	東		2	1				1		1					1	7			1		2		1						6	1. 上り坂だから		
	〃	西		2	1	1	3	1	1		10	1		1		2	7	9		1		2		3	2		1	1		10	2. 下り坂だから		
A'	京都東	西	1	1						1	1							2													3. 勾配がゆるいから		
(計)			1	5	2	1	3	1	2	1	12	1		1		3	14	11		2		4		4	2		1	1		16	4. カーブの半径が大		
B	豊 中	西		2	7	8	9	5		8	15	4	2	3										1			2				5. ハンドル操作簡単		
	茨 木	西		1	3	3	5	1		7	5	1				3	3	4	1					3	3		1	3	1	2	6. ブレーキあまり使わず簡単		
	京都南	西			5	2	6	2		4	12	4	1	2					1				1			8			3	7. ブレーキを踏んだままだから			
	京都東	東					1			1						1	2												1				
	大 津	東	8		1		3	4			2		1		1	2		6	4	1			1					7	10	8. カーブに合わせて自然にブレーキ踏める			
	〃	西	13		2		4	13		1	4		2			2	1		1	9								5	10	9. 見通しが良いから			
	栗 東	東	1	5		4	3			4	7	1	4				6	14	6	1	1		1	4	1					1	10. ランプが長いから		
	八日市	東	4		4	10	12	7		7	7	9	2							2	1										11. ランプがあまり長くないから		
	彦 根	東	3			4	5			3	2	5				2	12	14		1		1		2	2	1				9			
	関ヶ原	東	10	2	1	4	2	5		5	12	2	2			1		2	3	2	2		2		1	1		1				12. ランプが2車線	
	大 垣	東				1	5	1			10	1	1																	1		13. その他	
	〃	西			1	3	4	1			10		1							1													
(計)			39	10	24	39	59	39		40	86	27	16	5	1	7	23	42	18	19	4	1	4	11	7	2	11	16	2	36			
C	栗 東	西		2		3		1		3	4	3	1			1	3		2	11	4		5	2	1	1		4	3		(走りにくい理由)		
	八日市	西	6		5	13	3	9		4	1	3	1				1	1		6		2	2				1				1. 上り坂だから		
	彦 根	西		1	1	4	3			5	22	3				1	3	1	4	11	1		3	3			7	2	2		2. 下り坂だから		
	関ヶ原	西	4	1	1	8	1	4		3	15	2				2	1	2	3	9			3		1			1	1		3. 勾配が急だから		
(計)	一 宮	東			4	8	4	2	1	3	4	8	1	1					1	2			1		2			1	2		4. カーブでハンドルが切りにくい		
			10	4	11	36	11	16	1	18	26	19	3	1		4	8	4	10	31	5	2	14	5	4	1		13	8	3			
D	豊 中	東		2	6	6	2	4		7	2	5		1			1	1	5	6		1	2								5. カーブの半径が小		
	茨 木	東		2	5	5	2	7	1	3	3	1				1	4	1	2	5	2										6. ハンドル操作が難かしい		
	京都南	東									3						1		2	3					1				2		(以下次表)		
(計)				4	11	11	4	11	1	10	8	6		1		1	6	2	9	14	2	1	2		1				2				
総計			50	23	48	87	77	67	4	69	132	53	19	8	1	15	47	59	37	66	11	8	20	20	14	3	12	30	10	57			

(b) 流入ランプ

型式	ランプ名		走り易い理由													走りにくい理由																摘 要
	I.C名	方向	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	(走りにくい理由・続)
A	尼ヶ崎	東	5				6				10				1	1	2	8			1		2		1	1	1			8		7.同じ半径の長さが長いから
	"	西	2				6				14	1	1			8		5		1		2					1	4	10		8.同じ半径の円が短く半径が	
	京都東	西	1		2			1			1	1																				変るため
(計)			8		2		12	1			25	2	1		1	9	2	13		1		3		2		1	2	5	18		9.流出の場合急ブレーキを踏むため	
B	豊 中	西	2		7	5	3	1	1		10	2	3	1		1		3		2		1	1		1					5		10. 流出の場合ブレーキを踏むため
	茨 木	西	3		4	3	9	1			9	1				5			3	3							1	1	3			
	京都南	西				1	2				5	3		1				1									1					
	京都東	東			1						1		1			2											1					
	大 津	東		10			7	2			4		1			1		5	1	3	2		1		1	1		4	3			
	"	西		2	1		1			2			1				5	4	1	1						8	3	33	2	5		
	東 京	東	2		11	2	10			6	9	3	2			2	1	2						1	1		7					
	八日市	東		2	4	10	16	1	1	1	8	10	2														1					
	彦 根	東	3	2	1	6	4				7	4				4	2	7		4			1	1			1	7	2			
	関ヶ原	東	1	16	1	3	12	1			14	3																5				
	大 垣	東			1	1	5				14	1	1																			
	"	西			1	2	3				12	2	1						1				1									
	一 宮	西	2		6	7	13				16	4	2		1																	
(計)			13	32	38	40	85	6	2	9	109	33	14	2	1	15	8	21	6	14	2	1	3	2	3	10	6	64	4	23		16. ランプが2車線巾だから
C	豊 中	東		1	2	10	3	2	1		13	16		4				2	1	1		1				1					1	
	茨 木	東		1	5	11	5	3			2	11	4	1	1				2	1		1	1			1		1	1			
	京都南	東		1	7	10	18				1	6	5	1					3	2												
(計)				3	14	31	26	5	1	3	30	25	1	5	1			2	6	4		2	1			2		1	1		1	
D	栗 東	西	2	1	1	3	3				1	4	2			3	1	3	6	16	1	1			1			2	3			
	八日市	西	1		3	6	2	3	1	1	2	4	3				3	3	3	11			5			2	4	3	1			
	彦 根	西	1		4	1	1			2	1		1			12	1	2	10	17		1	6		1	1	3	3	3	1		
	関ヶ原	西	2			1	13			2	8		2				5	3	6	9		2	5					1		2		
	一 宮	東			3	2	1				2								1	2					1				1			
(計)			6	1	11	13	20	3	1	6	17	6	6			15	10	11	26	55	1	4	16		3	3	7	9	8	3		
総計			27	36	65	84	134	15	4	18	181	66	22	7	3	39	20	47	33	74	3	10	20	4	6	16	15	79	13	44	1	

表-2・11において、平均の評点に着目するならば、流出ランプ全体についての平均評点は3.16であり、流入ランプのそれは3.28で、いずれも平均的には走りやすいという結果が示されている。これを型式別に見るならば、流出ランプについては、B型が平均評点で3.36と最も高く、つぎがD型(ループ)の3.07、C型の2.96、A型の2.89の順となる、流入ランプについては、最高はC型の3.71、以下B型の3.43、A型の3.31、D型2.64の順となつている、以下にこれらの評価のよつて来たるゆえんを型式別に分析して見る。

a) A型

A型は直線的なランプであり、一般には走りやすいであろうと想像されるランプである。名神高速道路では、尼ヶ崎の全ランプと京都東の西行流入ランプをこの分類としてある。しかしながら流出ランプではA型は他の型式に比し評点が最も低い。これは尼ヶ崎のランプの評価が低いことに起因している。表-2・12にも見られるように、尼ヶ崎の流出ランプを走りにくいと感じたバス運転者は、「下り坂」「勾配が急」「ランプが短い」をその主要理由にあげている。ここでランプが短いとは、下り勾配の直後にトールゲートがあつて停止しなければならないことを指していると思われる。

同様に流入ランプにおいても尼ヶ崎の2本のランプは決して高い評価を与えられていない。流出ランプほど明らかではないが、走りやすいとする運転者より走りにくいとする運転者の方が若干多い。走りにくいと感じた運転者は、その主要理由として、「ランプが短い」「勾配が急」をあげている。ランプが短いというのは、ゲートを発進後すぐ急勾配となり、充分に速度が出ないうちに加速車線に入らざるを得ないことを感じたものである。

これらを通観すると、A型の良否は専ら縦断勾配に起因しているといえる。特に大型車は縦断勾配が加減速に重要な影響を与えていることがこれらの結果から知られる。特に流出ランプでは、勾配の終点から停止点まで充分な距離が必要である。ダイヤモンド型では、ゲートがない場合でも平面交差部に直接到達するのであるから、このことは特に留意さるべきであろう。

b) B型

流出ランプにおける平均評点は3.38、流入ランプでは3.43で最も問題の少ないランプ型式である。この型式は単純な左折型で、このような高い評点が得られるのは容易に納得しうる所であるが、しかしこの型式で流出12箇所のうち、評点3.00未満の「走りにくい」グループに属するものが4箇所ある。これらに低い評点しか与えられない原因を、回答者があげる理由から発見することができる。



茨木(西)——評点2.86——では、走りにくい原因として、「下り坂だから」「勾配が急」「カーブでハンドルが切りにくい」「流出で急ブレーキを踏む」「見通しが悪い」などがあげられているが、このランプの最小半径40m、最急縦断勾配-5.5%である。「カーブの半径が小さい」という理由付けを行なっているものは必ずしも多くないが、少なくとも大型車にとって、半径40mの半径と下り勾配5%以上との合成は、流出ランプにおいて走行性の良否の限界を超えていると判断してよいかも知れない。

栗東(東)および彦根(東)の流出ランプは、半径は小さくないが、勾配が急なこと(-6.52%および-6.28%)を主たる理由として、走りにくいグループに入っている(評点2.88および2.71)。

最後に大津の東行流出ランプ(評点2.54)では、「ランプが短い」「見通しが悪い」「勾配が急」「カーブでハンドルが切りにくい」が主要理由となつている。ランプが短かいと感じていることの意味は必ずしも明らかでないが、ランプを上り切った所に右曲りの半径30mのカーブがあり、そこまでの距離が短いと感じたものと思われる。このランプは一応B型に属させたが、本来C型に属させるべきであるかも知れない。このように見てくると、B型の流出ランプは一般に走り易いが、勾配または曲線半径の一方または双方の合成がある限度以下(この場合、半径40mと下り勾配5%の合成、または下り6%以上)になると大型車にとって走りにくくなるものと見られる。

流入  
ランプ  
につい  
ては、  
大津の  
東西両  
ランプ  
を除い  
てはす  
べて高  
い評点



が与え

図-2. 12 大津西行流入ランプ

られている。大津はいずれもループに外接してはいないがB型をなしており、C型とも見なせるランプである。ただ西行ランプは、評点1.80と全流入ランプ中最

も低い評価が示されており、その主要理由として、「見通しが悪い」ことが圧倒的な数で示されている。これは回答者が図面で位置を示したので明らかになっているが、本線へ入る手前にある2本のランプの合流点における見通しの悪いことを指摘している。ここではバスは橋をくぐった直後に合流点に遭遇し、左から来た車との接触に危険を感じるのであろう(図-2・12)

この他のランプでもランプ同士の合流部で見通しの悪いことを指摘された箇所が幾つかある。例えば茨木、京都南および関ヶ原で、それぞれ2本の流出ランプの合流部の見通しの悪いことが指摘されている。一般に本線との合流部は相互の見通しについて設計上かなり配慮されているが、ランプ同士の合流部では、従来それほど強調されていない。バス運転手によるこれらの欠陥の指摘は十分に注目に値するものがある。

なお、ここで運転者が、それぞれのランプを評価するのに、何に重点を置いて考えているかを、表-2・12の総計欄から調べて見ると表-2・13のようになる。

表-2・13 ランプ走行性判定の主要理由(5番目まで)

	走 り 易 い 理 由	走 り に く い 理 由
流 出 ラ ン プ	1) 見通しが良いから 2) カーブの半径が大きいから 3) ハンドル操作が簡単 4) カーブに合わせて自然にブレーキが踏めるから 5) ブレーキをあまり使わず簡単	1) カーブの半径が小さい 2) 勾配が急だから 3) ランプが短いから 4) 下り坂だから 5) カーブでハンドルが切りにくい
流 入 ラ ン プ	1) 見通しが良いから 2) ハンドル操作が簡単 3) カーブの半径が大きいから 4) ランプが長いから 5) 勾配がゆるいから	1) 見通しが悪いから 2) カーブの半径が小さい 3) 勾配が急だから 4) ランプが短いから 5) 上り坂だから

これによると、共通して走行性の主要要素としては、i) 見通し、ii) 曲線半径、3) 縦断勾配の3要素が支配的である。つぎにハンドル操作の難易が問題となっているが、これは曲線半径の絶対値の他に、S走行か一方回転かも影響していると思われる。これについては、CおよびD型の検討で詳細に論じよう。

#### c) C型およびD型

C型およびD型については一括して調べる。ここでC型としているのはループを包んでいるS型ランプを称しており、したがってループランプ(D型)と密接不可

分な関係があるからである。

表-2・14 に C、D 両型の線形要素や評価結果を一括して再録する。

表-2・14 C型およびD型の線形要素および評価

a) 流出ランプ

型式	ランプ名		線形要素		評価				摘要
	IC名	方向	最小半径 (m)	最急勾配 (%)	評点	曲線の感じ方		無理なブレーキ	
						半径小	半径大		
C	彦根	西	46.0 (60.0)*	-4.00	△24.5	11	4	7	*彦根の最小半径は46mであるが、非常に短いので、次に小さい半径をあげると60mとなる。
	栗東	西	60.2	-2.74	△25.4	11	3	5	
	関ヶ原	西	70.5	+4.38	△28.2	9	8	3	
	一の宮	東	82.25	-2.28	34.6	2	8	—	
	八日市	西	85.0	+3.20	3.52	6	13	3	
	(平均)				(△29.6)				
D	京都南	東	30.0	-2.40	△25.6	** (3)	(0)	(2)	** 京都南(流出)および一宮(流入)は資料数比其他
	茨木	東	45.0	-3.00	3.20	5	5	4	
	豊中	東	53.5	-2.65	3.45	6	6	3	
	(平均)				(3.07)				

b) 流入ランプ

C	京都南	東	45.0	+3.3	3.49	2	10	—	
	豊 中	東	59.2	+2.65	4.00	1	10	—	
	茨 木	東	60.7	+2.72	3.62	1	11	—	
					(3.71)				
D	彦 根	西	40.0	+4.16	△24.3	17	1	11	
	関ヶ原	西	40.0	-4.7	△24.7	9	1	21	
	一の宮	東	40.0	+3.11	3.12	** (2)	(2)	—	
	八日市	西	45.0	-3.3	△24.3	11	6	17	
	栗 東	西	54.5	+3.09	△27.4	16	3	9	

この表の評価の欄中、曲線の感じ方の半径大および半径小の欄の数字は、表-2.12の走り易い場合に半径を大きいと感じたもの、および走りにくい場合の半径を小さいと感じたもののそれぞれの数を示している。これは直接半径の大小を問うた結果ではないが、曲線に対する運転者の相対的評価を示すものとして使用しうるで

あろう。また「無理なブレーキ」の欄は、アンケートで、質問2として、各インターチェンジの図上に、「特に危険性を感じて無理なブレーキ操作をしなければならないランプ」を指摘せよと求めたことに対する回答数の集計である。

各ランプの配列の順序は表-2・14では最小半径の小さい順に並べてあるが、まず流出ランプについて見ると、C型、D型とも、最小半径の大きさと評点とがかなり正確に対応している。すなわち、最小半径が最も小さい彦根が、最も低い評点を示し、以下最小半径が大きくなるに従って評点も次第に高くなる。そして半径が80m以上となる全体として走り易いと評価されている。曲線の感じ方も、バス運転者が各ランプの曲線半径の値を具体的に知っていることはないにもかかわらず、かなり正確な判定を下しており、関ヶ原の70mを境として、これより小さい場合には半径を小さいと感ずるものが多く、反対にこれより大きい場合には、半径が大きくて走り易いと感じている。「無理なブレーキ操作」をしなければならないとする人数もほぼ半径に対応している。

こゝでは、縦断勾配は二次的な影響を持つているに過ぎないが、平均的には「走りにくい」とされた関ヶ原でも、「見通しがよい」という理由で走りやすいとした回答がかなりあり、流出ランプにおいては上り勾配の方が走行的に容易であることを実証している。あるバス運転手はアンケート回答の中で、「流入の場合は加速のため下り勾配としカーブを緩くすること、流出の場合は減速のため上り勾配とすること、したがって本線より高い所にインターチェンジは設置すべきだ」という意見を述べている。

一方、D型（ループランプ）でも、曲線半径が大きくなるに従って評点は高くなっている。しかし、半径の大きさがどの程度であつたら走りやすいかという点では、C型の場合とかなりの差がある。D型3箇所のうち、走りにくいとされた京都南の最小半径は30mであるが、走りやすいとされた茨木および豊中のそれは45および53.5mであり、この両者については曲線の感じ方も大小ほぼ同数である。

このように見てくると、C型（S型ランプ）の半径70mが、D型（ループランプ）の半径45m程度に対応していると見ることができる。このことは、同じ半径であるならば、ループの方がS形より走りやすいと感ずる運転者が多いという表現を用いることもできる。さきにD型よりC型の方がランプ走行速度が平均的に高いことが示されている。そのことからすれば、走行速度のより速いC型で、同一半径をより小さく感じ、あるいはより走りにくく感ずることは十分に納得のいく説明である。単にランプ速度が低いということは必ずしも運転者に走りにくいと感ぜさせてはいない。むしろ曲線半径に合わせて適切な速度が選べるような構造的配慮が必

要とされることを意味している。

流入ランプについては、流出ランプのような明瞭な傾向は出ていないが、ここでは逆にD型よりC型が好まれている傾向があらわれている。C型では最小半径が4.5 mの京都南ですら走りやすいとされているのに、D型では、一の宮を除いては他の4箇所は半径5.45 mの栗東を含めすべて低い評点しか与えられていない。また曲線の大きさの感じ方も、C型に対してはすべて大きくて走りやすいという運転者の方が多く、D型では、資料数の少ない一の宮を除いて、すべて半径を小さいと感じている。

この理由も流出ランプの場合と同様速度から説明できよう。さきに示した走行実験の結果からも、C型よりD型の方が最小半径部へのアプローチ速度が高く、最小半径の手前でブレーキを掛けており、C型ではそれが見られない。アンケート調査でも、それを実証するように、「無理なブレーキ」を掛けているとする数が流入ランプに最も多く、流入Sランプには全くないという対称的な結果を示している(表-2.12)。

ブレーキの掛け方の強さから言えば、流出のループの場合の方が、その速度変化から見て当然多いのにもかかわらず、流入のループの場合により強く「無理なブレーキ操作」をしていると感じる理由は、流入の場合には運転者は本来加速すべき所で減速を強いられることに抵抗を感じるのではなかろうか。なお上り勾配のループである彦根、栗東より、下り勾配である関ヶ原、八日市の方が「無理なブレーキ操作」をしていると感じている数が多くなっているのは、下り勾配による加速がカーブの半径に合わないためであろう。

これと関連して、流入ループランプの形状の問題がある。栗東は半径5.45 mの単純円で構成され、他の4箇所は流入部近くに最小半径を持つ卵形で構成されている。この比較をするために、アンケートの質問で、走りにくい場合の理由として、「同じ半径の円が長い」という理由と、「同じ半径が短く半径が変わるから」という理由の2つを用意した。表-2.12に見られるように、卵形ループを持つランプでは後者を理由にするものが多いが、栗東では単純円であることを走りにくい理由としてあげているものは少ない。しかし最も半径の大きい栗東で「カーブでハンドルが切りにくい」という理由をあげたものが6例もあり、ループランプの形状の比較を、この結果のみで結論することは困難である。

#### d) 総括的評価

これまで各型式毎に流入ランプのバス運転手による走行性の難易の評価を検討して来たが、つぎのことが結論づけられる。

- i) 運転者は走行性の難易の評価に際して、1)見通しの良否、2)平面曲線の大きさ、3)縦断勾配の程度の3要素を主体として評価している。
- ii) 合流部の見通しの良否は走行性の難易に非常に影響がある。特にランプ同士の合流部は必ずしも設計上十分な考慮が払われていないので、欠点となつてあらわれる場合がある。
- iii) 縦断勾配は平面形に比し2次的な評価しか与えられていない。しかし、本線よりランプ交差が上にあるインターチェンジ型式は、見通しと、加減速の関係で一般に好ましい評価を示す。
- iv) A型(直線型)は平面的には問題ないが、ランプ交差が下にある型式では、縦断勾配が強く、かつランプが短いと、減速や加速が充分にできないために、しばしば走行性に困難を感じ、低い評価しか与えられない。
- v) B型(単純左折型)は、一般に好ましい評価が与えられる。しかし流出ランプでは、半径40m以下のカーブまたは6%以上の下り勾配では走りにくいと感じられている。
- vi) 流出ランプでは、C型(S形ランプ)においては最小半径70m程度を境として、これより大きい場合には走り易いと感じられ、これより小さい場合には走りにくいと感じられている。
- vii) D型(ループ)の流出ランプでは、半径45m程度を境として、これより小さいときは半径が小さくて走りにくいと感じ、これより大きいときは走りやすいと感じられている。
- viii) 以上から、同一半径であるならば、ループの方がS形ランプより走りやすいと感じられている。その原因は走行速度に起因していると考えられる。ループよりS形の方が一般に流出部では速度が高い。
- ix) B型とも関連させて考えるならば、流出ランプでは、B型やD型の単純転回ランプでは半径40mで明らかに走り難いと感じられており、これはC型のようなS走行ランプでの半径60mに対応する。走り易いと感じられる限界はそれぞれ45mおよび70mであると見なされる。
- x) 流入ランプでは、流出ランプのように半径との相関は明瞭ではないが一般にD型よりC型が好まれている。しかし速度において特に両者の差がないから、流入部近くブレーキ操作をすることの心理的影響によるものと考えられる。
- x) 流入ランプのループの単純円が卵形かの比較は、このアンケート調査からは明らかな差は出ていない。

以上の運転者アンケート調査から得られた結論は、他の調査と総合して最後に再

説されることとなろう。

## 2-6 事故実態分析

### 2-6-1 インターチェンジでの事故

インターチェンジは高速道路の安全性にとって一つの弱点となつている。諸外国における実例を徴すると、米国のフリーウェイの事故の11~46%、平均20%はインターチェンジにおける事故であるといわれる。<sup>(4)</sup> AASHOの高速道路調査解析特別委員会は、交通の危険は運転者のためらい、誤つた運転、不適当な設計のランプターミナルによつて生じた交通流の混乱、短い織り込み区間、近過ぎる出口との間隔、車線数の突然の減少、不適切なマーキングと標識等から生ずると述べているが、<sup>(5)</sup> これらはすべてインターチェンジに関連する問題である。このような点から、アメリカのインターチェンジの事故は大部分がランプターミナル附近に生じており、ランプ本体で発生したものは少ないと報告されている。<sup>(6)</sup>

本線との流入入部の事故で、流入部と流出部といずれが多いかは、各種の調査によつて異なつており、両者合計の82%が流入ランプで発生しているというテキサス州の報告もあれば、<sup>(7)</sup> カルフォルニア州では、流出ランプの事故は流入ランプの3倍になると発表されている。<sup>(8)</sup> これらの相違は本線およびランプ交通量やランプの幾何構造、環境、運転者の習性等によるものである。

この他、ランプの取付方法が内側の場合には、外側の取付に対して流出、流入ともそれぞれ4~5倍の高い事故率を示しており、またランプの長さが長いほど交通の安全に役立っている。多くの報告でインターチェンジ地域特に流入入部の見通しが安全に非常に重要なことが強調されている。<sup>(9)(10)(11)</sup>

このようにランプターミナルについての調査は多いが、ランプ本体の線形との関係を論じたものは少ない。しかしイギリスのモーターウェイM1の一年間の事故統計によるインターチェンジ別発生率では、ダイヤモンド型の事故発生率が低く示されており、<sup>(12)</sup> 安井氏もカルフォルニア州の調査結果から、不完全クローパー型よりダイヤモンド型の事故率が低いことを報告している。<sup>(13)</sup>

### 2-6-2 名神高速道路における事故分析

名神高速道路においても、インターチェンジでの事故は全事故の40%を占めており、高速道路の安全性にインターチェンジが大きな影響を有していることを物語っている。本研究の主題であるランプ線形の問題も、名神高速道路の事故を契機として提

起されたことでもあり、同道路のインターチェンジにおける事故は詳細に分析されねばならない。幸い高速道路調査会が同道路全体の事故調査報告（「交通事故対策に関する調査報告書（名神高速道路）」<sup>(14)</sup>）を行なっているので、これを参照しながら、インターチェンジ事故とランプ線形の関係を考察する。

この調査は名神開通の昭和38年7月16日から、昭和40年5月30日に至る期間のものである。これによると同期間中に名神高速道路で1,655件の事故があり、このうち、本線上の事故1,160件、本線外の事故は495件発生している。この本線外の事故を場所区分別に多い順にあげると、

料金所附近	190件	38%
流出ランプ	127	26
取付道路	74	15
流入ランプ	47	9
減速車線	21	4
加速車線	1	—
その他	35	8

となつてゐる。

このうちランプおよび変速車線部分について見ると、流出ランプと減速車線の事故発生数は148件であるのに対して、流入ランプと加速車線の発生数は48件で、流出側が流入側の3倍を占めている。

ランプ上における事故数は流出入合計174件であるが、この調査よりさらに新しく道路公団名神高速道路管理局で集計した事故統計があるので、これによりランプ事故を分析する。この統計は38年7月16日から41年3月31日までの集計であるが、これをランプ型式別に分類したのが表-2・15である。同表の事故数には後述のように、仮終点時におけるランプ事故は含まれていない。また、表-1・1に示した事故統計とは、各ランプの分類所属が若干異なっている。

まず流出ランプについては、ランプ型式別にこれを見ると、事故発生率はA型、C型、B型、D型の順で低くなっている。流出ランプでの事故発生率の平均値は百万台当たり3.7件であるが、各ランプで発生率が平均値を上廻り、かつ発生件数が5件以上あるランプを列举すると、京都南サブ（東方向）、京都東（西）（以上A型）、茨木（西）、大津（東）、栗東（東）（以上B型）となつてゐる。これは、前述のアンケート調査による走行性評価においても、資料数の皆無かもしくはほとんど無かつた京都南サブゲートおよび京都東を除いては、すべて低い評点を与えられており（表-2・11参照）、線形や見通しの上で劣悪な条件を持つてゐることが明らかである。京都



表-2.15 名神高速道路中間インターチェンジにおける事故率

昭和38年7月16日～41年3月31日

型 式	流 出 ラ ン プ					流 入 ラ ン プ				
	I C 名	方 向	事 故 件 数	通過台数 (1,000台)	事故率 (件/百万台)	I C 名	方 向	事 故 件 数	通過台数 (1,000台)	事故率 (件/百万台)
A 型	尼ケ崎	東	0	202	0	尼ケ崎	東	0	684	0
	〃	西	0	684	0	〃	西	0	202	0
	京都南サブ	東	13	2,590	5.0	京都東	西	0	467	0
	京 都 東	西	16	1,269	12.6					
	小 計		29	4,745	6.1	小 計		0	1,353	0
B 型	豊 中	西	5	3,660	1.4	豊 中	西	0	1,222	0
	茨 木	西	11	1,521	7.2	茨 木	西	1	2,095	0.5
	京 都 南	西	5	3,067	1.6	京 都 南	西	1	2,877	0.3
	京 都 東	東	1	467	2.1	京 都 東	東	0	1,269	0
	大 津	東	27	4255	6.3	大 津	東	5	1,567	3.2
	〃	西	2	1,496	1.3	〃	西	1	3,615	0.3
	栗 東	東	8	2,102	3.8	栗 東	東	0	113	0
	八 日 市	東	0	147	0	八 日 市	東	0	60	0
	彦 根	東	2	439	4.6	彦 根	東	0	174	0
	関ヶ原	東	2	132	15.1	関ヶ原	東	0	271	0
	大 垣	東	1	153	6.5	大 垣	東	0	428	0
	〃	西	0	428	0	〃	西	0	153	0
	一 宮	西	0	37	0	一 宮	西	0	652	0
	小 計		64	17,904	3.6	小 計		8	14,496	0.6
C 型 (8 型)	栗 東	西	1	113	8.9	豊 中	東	0	3,660	0
	八 日 市	西	0	60	0	茨 木	東	6	1,521	4.0
	彦 根	西	0	174	0	京 都 南	東	2	3,067	0.6
	関ヶ原	西	1	271	3.7					
	一 宮	東	4	652	6.1					
	小 計		6	1,270	4.7	小 計		8	8248	1.0
D 型 (ループ)	豊 中	東	0	1,222	0	栗 東	西	2	2,102	1.0
	茨 木	東	1	2,095	0.5	八 日 市	西	0	147	0
	京 都 南	東	1	287	3.5	彦 根	西	7	439	17.5
	〃					関ヶ原	西	0	132	0
						一 宮	東	0	37	0
	小 計		2	3,604	0.6	小 計		9	2857	3.2
	合 計		101	27,523	3.7	合 計		25	26,954	0.9

南サブゲートおよび京都東の場合も、見通しが悪く、勾配の急な欠点を有している。

流入ランプの事故率は一般に低く、流出ランプのそれの $1/4$ に過ぎないが、型式別に見るならば、D型、C型、B型、A型の順に発生率は低くなっている。件数および発生率から見て、彦根(西)(D型)、茨木(東)(C型)大津(東)(B型)が目立つ。

各型式別の事故率の相違について比較したのが表-2・16である。流出ランプでは、S型とループランプ(C型とD型)を一群とし、その他のランプ(A型とB型)とを一群として対比した場合には、S型とループランプの群の方が事故率が低い(危険率5%)。これはさきに見たようにA型やB型のランプに線形条件や見通しの悪いランプが多く存在することによるであろう。

これに対して、流入ランプでは、S型とループランプの群の方が事故率が高い。結

局流出 流入 表-2・16 ランプ型式による事故率の比較

ランプを総括 していうなら ば、S型とル ープとの群が 他のランプ型 式と事故率に おいて特別な 差は認められ ない。 これに対し て、S型とル ープランプ相		S型、ループランプ群と その他のランプ群との比 較		S型ランプとループラン プ群との比較	
		S型とル ープ	その他の型 (AとB)	S型 (C)	ループ (D)
流出 ラン プ	通過台数	4,874	22,649	1,270	3,604
	事故件数	8	93	6	2
	事故率	1.6	4.1	4.7	0.6
	有意性	有意差あり		有意差あり	
流入 ラン プ	通過台数	11,105	15,849	8,248	2,857
	事故件数	17	8	8	9
	事故率	1.5	0.5	1.0	3.2
	有意差	有意差あり		有意差あり	

互の比較においては、流出ランプではS型の事故率が高く、一方、流入ランプではループの事故率が高い。これをトランベットのA型かB型かの問題として考えるならば、トランベットA型(S型ランプを流出部に用い、ループを流入部に用いる)は、流出、流入双方において、トランベットB型より事故率が高い結果を示している。

しかしその原因をランプ型式そのものに直接求めようとするのはやゝ困難に思われる。事故率は必ずしも同一ランプ型式でも各箇所平均して生じてはいず、特定のランプの高い事故率に影響されて平均値が高くなっているからである。流出ランプのS型では一の宮の事故率が高いが、これは他のS型ランプに比すればむしろ線形要素が大きく、見通しは決して悪くない。また流入のループでは彦根の事故率が格段に高い。

これは最小半径の小さいこと（40 m）およびそれへの接近速度が高いことによつて説明されよう。平面線形条件としては、他の関ヶ原や八日市もそれほど変りがないが、この両者は下り勾配で見通しの良いことが、事故の発生していないことと関係付けられるであろう。

ランプ速度が高いことが事故発生率と強い関係を持つていることは、インターチェンジが仮終点であつたときと、延長開通して中間インターチェンジとなつたときの事故率の相違から明らかに看取される。表一2.17はその比較である。

表一2.17 仮終点時と延長開通後中間インターチェンジとなつたときの事故率の比較（38,716～41,331）

	ラ ン プ			仮 終 点 時 I			延 長 開 通 後 II			
	IC名	方 向	型 式	事 故 件 数	通過台数 (千台)	事 故 率 (件/百万台)	事 故 件 数	通過台数 (千台)	事故率(件 /百万台)	I/II
流出 ランプ	尼ヶ崎	西	A	9	900	10.0	0	684	0	∞
	栗 東	東	B	6	935	6.4	8	2,102	3.8	1.7
	関ヶ原	東	B	4	196	20.0	1	132	7.6	2.6
	一の宮	東	C	23	941	31.0	4	652	6.1	5.1
	小 牧	東	D	3	141	21.3	—	—	—	—
	西の宮	西	B	3	1,285	2.3	—	—	—	—
	計			48	4,198	11.4	13	3,570	3.7	3.1
流入 ランプ	尼ヶ崎	東	A	0	900	0	0	684	0	—
	栗 東	西	D	8	935	8.6	2	2,102	1.0	8.6
	関ヶ原	西	D	1	196	5.1	0	132	0	∞
	一の宮	西	B	0	941	0	0	652	0	—
	小 牧	西	B	0	141	0	—	—	—	—
	西の宮	東	B	1	1,285	0.8	—	—	—	—
	計			10	4,198	2.0		3,570	0.6	3.3

これから明らかなように、流出、流入両者とも仮終点時の事故率が高い。流出ランプでは、仮終点時には、運転者は十分に予期しないうちにランプに離脱し、かなり高い速度でランプを走行することによる原因が求められよう。D型（ループ）の流出ランプである小牧でも仮終点時の事故率が高いことは、そのことを裏書きしている。

これに対して、流入ランプでは栗東のループランプの仮終点時における事故率が高い。これはゲートからループまで直線的で速度が出しやすく、また、ループに入つてからは、ループ内に樹林が残されていたために、これが全体の視野をさまたげ、ルー

プ全体の形状が判らず、急制動の必要が生じたり、ハンドル操作を誤まるなどして分離帯を乗り越えたり、ガードレールに衝突したりしている。これらの事情から、延長開通とほぼ同時期にループ内の樹林を除去し、見通しをよくした。その後同箇所の事故が減少したのは、仮終点でなくなつたことより、その改良工事の結果に起因していると思ふべきであろう。

以上を通観し事故統計記録から、ランプ形状と事故の関係につき、つぎのことがいえる。

- i) 各型式別の事故発生率の間には有意な差のある場合があるが、これをもつて、直ちに特定のランプ型式に事故率が高いとか、低いとかいうことはできない。むしろその原因を個々のランプの見通し、平面線形、縦断線形等の幾何構造条件に求むべきである。事故率の高いランプの大部分に対して、運転者アンケート調査では低い評点が求められている。
- ii) S型とループとの比較において、流出部ではS型に事故率が高く、流入部ではループランプに事故率が高い、このことから、トランベットA型がB型より事故率が高いという結果が示されるが、これはランプ型式一般にその因を帰すべきでなく、たまたまそこに含まれる欠陥を持つランプの高い事故率に影響されていると見るべきである。
- iii) 仮終点の事故率が中間インターチェンジとなつた後と比較して高い事故率を示すことから、ランプにおける高い速度が事故の誘因となつていることは争われない。流出部ではS型ランプの方がループランプより高い速度で走行されている事実や、流入部ではループランプへ高速で近付きやすい点から、トランベットA型は、線形条件が悪いと事故多発に結び付きやすいといえる。
- iv) 結論的に、トランベットA型とB型とを比較すると、幾何構造条件を無視して、一般的な型式としていずれが事故率が高いことはできないが、速度が出やすい点からして、トランベットA型は幾何構造条件が悪いと事故を誘発する危険がB型より高いといふことができる。

## 2-7 総合的評価

### 2-7-1 結論

ランプの線形あるいはそれを含めてランプの幾何構造が、ランプの運用、特に安全性や使いやすさに対してどのような影響があるか、または特定のランプ型式がそのような交通運用上の問題に直接関係があるか否かを、異なつた幾つかの角度から調べ、

総合的に評価しようとしたのが、この研究の意図したところである。

これまで、i) 走行実態調査、ii) 実験車による走行特性調査、iii) 実験車による生理反応調査、iv) 運転車アンケート調査、v) 事故実態分析の5項目の調査に対して個別的にその結論を導いた。これらの個々の結論の間には、幾つかの矛盾した結果を招来しているものもあるが、多くの疑問に対して共通な解答が得られ、あるいは一つの方向からでは確信を得られない結論も、総合的な評価によつて確信しうるものとなりうるものである。以下、これらの総合的評価について結論づけよう。

- 1) 流出ランプと流入ランプを比較すれば、明らかに流出ランプの事故率が高い。しかし流出ランプと流入ランプの平均的な走行速度に明らかな差はなく、また運転者の生理反応調査でも両者に有意な差はない。運転者アンケート調査でも、走行性の難易について両者に特に大きな差を示していない。
- 2) トランペット型を構成するS(C型)ランプとループ(D型)ランプの一組とその他のランプ型式(A型およびB型)とを対比して見ると、事故率に特別な差はない。ただ本線とランプとの分岐端では、流出、流入ともその他のランプ型式群の方が速度が高く、生理反応では、S型とループの一群の反応数が高い。これはS型とループとは、その他のランプ型式に比して線形が複雑で、かつ長いことに起因しているよう。
- 3) ランプ型式間で事故発生率に相違はあるが、それをランプ型式そのものに起因するとはいふ難い。むしろ個々のランプの見通し、平面線形、縦断形等に欠陥があるときに高い事故率が生ずる。高い事故率を示すランプの大部分に対して、運転者アンケートの結果は「走りにくい」として低い評点を与えている。
- 4) 流出ランプでは最小半径とその点の走行速度とは相関性が認められるが、流入ランプでは明らかでない。これは流出部では純粋な走行力学的な観点から運転されるのに対して、流入部では高速車線へ進入する前の心理的準備から、直接走行している曲線半径より、見通しや流入部との距離関係から速度を調節しているのではないかと考えられる。生理反応調査でも、流出部では半径が小さいほど反応数が高いが、流入部ではそのような明らかな傾向は認められない。
- 5) 流出部では、ループランプにおいて最も減速度が大きく、流入部でもループの手前で減速されている。しかしこれに対する運転者の反応は同一ではない。運転者アンケート調査では、流出部ではS型よりループランプを好み、流入部ではS型を好む傾向がある。これは流出部では減速することに抵抗を感じるものが少なく、流入部では大きな心理的抵抗を感じるからであろう。生理反応調査でも、統計的に有意な差はないが、平均値の上で、流出部ではS型の反応数がループのそれより高く、

流入部ではその逆である傾向が見られる。

- 6) 事故率は流出部ではS型ランプ群がループランプ群に比して高く、流入部ではS型ランプ群よりループランプ群に多い。このことをトランベット型のA型(S型ランプを流出部に用い、ループランプを流入部に用いる型式)かB型(A型の逆の配置)かの問題とするならば、トランベットA型は流出・流入双方においてB型より事故率が高い結果を示している。これは主として走行速度に原因が求められる。同一インターチェンジでも仮終点時と中間インターチェンジとなつた時とでは、仮終点時の事故率が明らかに高い。これは仮終点時ではランプ走行速度が中間インターチェンジの場合に比して高いことが主たる原因である。このように走行速度に着目するならば、流出部ではループよりS型の走行速度が高く、流出部では最小半径点の手前で、S型よりループでの速度が高い。またループについては流出部より流入ランプの方が速度が高い。
- 7) 運転者は、走行性の難易の判定において、第一に見通しの良否を問題とし、第二に平面線形、第三に縦断線形を評価する。事故の発生率においても、同一ランプ型式で見通しの悪いランプは見通しの良いランプに比し高い事故率を持つ。本線が下にあり、ランプ交差部が上にあるインターチェンジは一般に良い見通しを持つている。
- 8) 流出部では、ループランプ(D型)や単純左折型(B型)ランプは最小半径40mのとき、運転者は走り難いと感じている。S走行ランプ(C型)ではこれは半径60mに対応している。走りやすいと感じられる限界はそれぞれ45mおよび70mであると思なされる。
- 9) 縦断勾配が下り6%以上となると運転者は走りにくいと感じ、特にランプの短いとき強く感ずる。事故率もこのようなランプでは高い。
- 10) 流出部では、ループランプは速度を落させる心理的・視覚的效果が大きいので、運転者も抵抗なく減速を受け入れ、事故率も低い。これに対して、S型ランプでは、線形が悪くても高速を出し勝ちで、特に変曲点附近の緩和曲線が小さいと、運転に困難を生じやすい。S形ランプは最小半径70m、変曲点以前の半径100m、できれば120mを確保すべきである。
- 11) 流入部では、運転者は高速車線への流入を期待し、曲線半径を充分に意識せず速度を出す傾向がある。その点から、流入ランプは特に見通しの良いことが必要であり、ループへの導入部で、小半径のあることが運転者に容易に視認しうる構造とすべきである。ループの最小半径は、流入、流出とも45mを確保したい。
- 12) トランベットA型かB型かの優劣を一般的にいうことはできない。総合的な判定

には、交通量による走行費用を考慮に入れる必要があるからである。充分な線形と見通しを持ち、幾何構造上の条件が一定水準以上に達しているならば、A型かB型の判断は走行経済に依存し、交通量の多い方にS型ランプを用いるという、旧来からのAASHOの方針を支持することになる。しかしS型ランプに充分な線形が確保できない場合には、流出部にループを用いるトランベツトB型とする方が運用上安全性が高い。ただその際、見通しには充分な配慮を行なうべきである。したがって、このことは本線が上にあり、ランプ交差部が下にある型式についていえることである。

- 13 トランベツトの線形について、単純円形がよいか、卵形がよいかの判断は、これらの調査からは結論付けられなかつた。しかし、特にA型において、単純円形ループを用いると、それに外接する流出S型ランプの半径が、ループの最小半径に規制されて小さくなり過ぎるから卵形にする方がよいとするリーシュ氏の見解や、流入ループの本線合流部手前で減速することはむしろ安全に寄与し、卵形とすることが優れているとするドルシュ氏の見解を否定する材料を見出すことはできなかつた。
- 14 走行車両が曲線の内側に寄つて走るといふ傾向から見て、名神高速道路のように路肩の舗装部分も一段下げるといふ構造をやめ、できるだけ車道幅員を広く使用する横断構成を研究する必要がある。

## 2-7-2 今後の問題点

ランプ本体の線形をその運用面から捉え、その優劣からインターチェンジ型式の問題を論ずるといふ研究は、これまで外国にも実証的な立場では行なわれていなかった。それはわが国のようにしばしば限界条件に近い形でインターチェンジの設計がなされるということが、土地問題や地形条件のきびしくない欧米諸国ではほとんどないからである。その点で、わが国では、今後ともランプターミナルのみならずランプ本体の運用問題と線形を始めとする幾何構造の問題として捉える研究はさらに進められなければならない。

本研究では多くの新しい試みが行なわれたが、その一つであり、また成果が期待された運転者の生理反応調査の結果は必ずしも成功とはいへなかつた。実験における準備の不備もあつて、意図する精度の解析が行い得なかつたこともあり、知覚された反応—運転者の意識的な判断や意見—より、このようにして得られる無意識的反応の方が鋭い判断を示すのではないかと当初考えていたが、結果はむしろ反対であつた。その点では、運転者アンケート調査の方がむしろ期待以上の鋭さで各ランプの優劣を判定した。これは調査対象となつたほとんどすべてのインターチェンジランプをほぼ

同一条件で熟知している運転者のグループ——バス運転手——を選ぶことに成功したからである。

しかし、このような条件は常に得られるものではない。その点から、生理反応調査は求める場所で常に行えるだけに実験方法として有用である。今後ともこの種調査方法の改善、解析方法の確立が進められなければならない。また走行実験の資料と定点観測の資料との間に見られた片寄りも、被験者の選定に留意しなければならないことを示唆している。

最後に、名神高速道路の事故記録原票の記載が充分でなく、インターチェンジランプの事故が、どの部位でどのようにして起つたかの記録がなかつたため、包括的な統計値からの全般的推定にしか使用できなかつた。さらに記録方法の改善が行なわれ、個々の記録からも、また統計的な立場からもより有用なデータを提供しうるようになることを期待したい。

## 参 考 文 献

- (1) 高速道路調査会交通工学研究部会、「インターチェンジ走行実態調査報告書——名神高速道路における——」、昭和40年2月。
- (2) Donald E. Cleveland, "Driver Tension and Rural Intersection Illumination", Traffic Engineering 1961 October.
- (3) 近藤武、「自動車操縦者の心身反応の事例的研究」、全日本交通安全協会、交通安全研究資料第1集、1962年8月。
- (4) "Traffic Control and Roadway Elements, Their Relationship to Highway Safety", The Automobile Foundation, 1963  
(訳「交通事故と道路の設計(2)」、高速道路と自動車、Vol. VII, No. 1. 1964, p. 91.
- (5) R. L. Fisher, "Accident and Operation Experience At Interchanges", H. R. B. Bulletin 291 (1961), p. 125.
- (6) 同上 P. 133.
- (7) B. F. K. Mullins and C. J. Keese, "Freeway Traffic Accident Analysis and Safety Study", H. R. B. Bulletin 291 (1961), P. 47.
- (8) 前掲、「交通事故と道路の設計(2)」、P. 95.
- (9) 前掲 Mullins and Keese, "Accident and Operating



Experience At Interchanges", P.75。

(10) Y.Sadai, "Accident Analysis of Freeway Interchanges",  
Traffic Engineering, March 1961, P.22。

(11) H.Hong, "Some Aspect of Interchange Design", Traffic  
Engineering July, 1966. P.29~30。

(12) 前掲 "交通事故と道路の設計(2)", P.96。

(13) 前掲 Sadai, "Accident Analysis of Freeway Interchanges",  
P.21~22。

(14) 高速道路調査会交通事故対策小委員会, "交通事故対策に関する調査報告書(名神高速  
道路)", 昭和41年3月。



# 結 章



# 結 章

## 1. 総 論

高速道路のインターチェンジの持つ交通工学的な問題点を、計画から設計を通じ運用に至る全過程においてとらえ、これまで内外において十分に解明されていなかった分野に対して、理論および実証の両面から追及し、より合理的な計画、設計を得ることが本研究の意図するところであった。

本研究は3編にわけられているが、これは独立に論じられるべきものであると同時に、一貫した体系における連鎖でもある。最初に論じられたインターチェンジの最適配置に対する論究は、計画学的な基礎論であり、第2編の型式論は計画、設計の両域にまたがるインターチェンジ研究の中心的課題への接近を試みたものである。これをさらにより微視的な観点から、交通運用の実態を通して狭義の交通工学的側面から捉えたのが最後のランプ線形論であった。以下、これまでに明らかとなった諸点を要約し、結論としたい。

## 2. インターチェンジ最適配置論

高速道路は沿道制限され、インターチェンジという特定の地点からのみ交通の出入を許している。このため、インターチェンジを何処に配置するかは、高速道路の機能と効用を効率的に発揮させる上で、計画上最も基本的な問題である。インターチェンジの配置—位置と間隔—の適否は経済、社会、技術の三側面から判定されねばならないが、そのインターチェンジの性格によって各評価要素への傾斜が異なる。都市間インターチェンジでは経済的評価が主体となり、都市周辺インターチェンジでは社会的評価が、都市内インターチェンジでは交通技術上の評価要因がそれぞれ主要な判断基準となる。

現在または計画中の世界各国の高速道路におけるインターチェンジ間隔を調べた結果、主要なものとして、無料の都市間高速道路では、米国のフリーウェイの平均 5.9Km、英国のモーターウェイの 8.8Km、ドイツのアウトバーンの約 9Km、等がある。また有料道路ではアメリカのターンパイクの平均 11.2Km、イタリアの太陽道路の約 12Km等が代表的なものである。これに対して、わが国の高速道路では、名神、東名、中央の各高速道路で約 15～16Km平均となっている。これらは専ら経験的な立場からインターチェンジ位置を選定した結果として与えられたものであるが、最適配置について本研究で理論的および実証的に明らかにされた諸点をつぎに列挙する。

- (1) インターチェンジを高速道路に追加的に設定していく場合を想定するならば、インターチェンジは高速道路全体にとっての可分の限界投資としての意義を持ち、したがってインターチェンジ設置の費用便益比は、高速道路全体としての「限界費用便益比」を構成する。
- (2) インターチェンジをその効用の高い順序に設置して行く順序付けに際して、 $n$  番目のイン

ターチェンジの増設には、既に効用の高さから認められた $n-1$ 箇の個々の設置地点を「所与」とせず、あらためてすべてのインターチェンジ設置可能地点から $n$ 箇所をとる組合わせのうち、最も経済効果の高い組合わせを選び、これを $n-1$ 箇の場合の最適の組合わせと比較して、 $n$ 箇の設置の可否を決定すべきである。

- (3) 交通の発生集中点（O D点）が高速道路に沿って点在するときは、インターチェンジがそれらのO D点のいずれかと同一点にあるときに最も便益が大となり、また交通の発生が等分布しているときは、中点にインターチェンジを設置すると最大便益がもたされる。これらは「単位便益図」という理論模型により論証された。
- (4) 単位便益図を立体化した「単位便益モデル」を使用して計算した結果、インターチェンジの順序付けにおいて、限界費用便益比は初め次第に上昇し、ある点を過ぎてから漸減して行く傾向のあることが確められた。
- (5) 実際のO D点は路線から離れ、インターチェンジの勢力圏に散在しているが、これらのO D点がインターチェンジの位置から離れるほど同一交通量でも便益が少なくなることから、出入交通量のすべてがインターチェンジ地点で発生したと仮定した場合の便益と対比し、インターチェンジ効率係数」という概念を導入することにより、インターチェンジの設置位置の持つ問題が極めて明らかになる。
- (6) インターチェンジ位置の検討は費用便益比と効率係数の両者の算定から行なわれなければならない。効率係数の値が低く、かつインターチェンジの費用便益比が低いときは、インターチェンジの位置を変えること（路線位置の変更を含む）考慮すべきであり、また効率係数が低くても、なお費用便益比の高いときは、さらにインターチェンジの増設が考慮する。
- (7) インターチェンジの間隔および建設費をパラメータとして、経済的に必要なインターチェンジ限界交通量を、上記の理論と名神高速道路の諸実績資料に基き算定し、数表を作成した。この計算によれば、有料道路の場合は、無料道路の場合に比し管理費を余分に必要とするため、同一建設費でも20～80%の余分な交通量を必要とする。さらに同一の地形や交通条件でも、有料道路の方がインターチェンジ建設費を多く必要とするから、設置の可否が問題となるような小規模なインターチェンジでは、有料道路は無料道路のほぼ2倍の交通量を必要とする。
- (8) 大都市中間のインターチェンジ配置について、東名高速道路浜松～吉田間4.4 Kmに対して、袋井、掛川、菊川の3インターチェンジ候補地点を例として実証的に考察した。その結果、1箇所設置する場合の最適地は中点附近の掛川、2箇所設置する場合の最適組合わせは、袋井、菊川であることが明らかとなったが、これは比較的均等に交通の発生集中点の散在しているときは等分布間隔が最適であることを例証している。

(9) 袋井および菊川を、それぞれ他を「所与」としてその費用便益比を求めるならば、いずれも判定基準に合格するが、2箇所建設の可否を1箇所から2箇所への増加したことによる差としての、いわゆる限界費用便益比によって判定するならば、2箇所設置は合格基準に達しない。これは2箇所を個々に他を「所与」として行なった計算では、互いに他の損失をかばい合った形となるからであって、このような欠陥を明らかにする意味からも、限界費用便益比による判定は有用である。

(10) 大都市附近へのインターチェンジ配置の例として浜松市を選び、3候補地について検討したが、市中心部に設置位置を選ぶことは、インターチェンジ出入交通が市中心部を通過することによる速度低下の影響によって不利となる。市の両側に2箇所に分散配置することが国民経済的に有用であり、市中心部近くへ1箇所だけ設置することと対比して、ほとんど建設費の増加なしで大きな便益が得られる。

(11) この配置を有料道路の私企業的採算の見地から見ると、料金収入は1箇所配置よりむしろ減ずる。これは高速道路をより少なく利用することで便益を「生ずる」、ケースⅡと名付けられた場合に該当する交通が多いためであって、これはこの例のように、インターチェンジの出入交通量が左右不均等の場合に生ずる。

(12) 高速道路が都市附近を通過するとき、高速道路をどの程度都市に接近させるべきかについて、インターチェンジ出入交通量をパラメーターとする経済的均衡の理論的検討を行なった。出入交通量が多くなるほど、高速道路を都市に近付けることが経済的に有利であるが、その値は出入交通量が本線交通量の20%のときで、迂回率7%程度、本線交通量と等しい出入交通量を持つ場合で迂回率25%程度が最適である。

(13) また、これらの検討から、出入交通量が多くなるほど、取付道路は規格の高いものとするべきであり、そのことによって迂回率も少なくなり、全体として便益の高いものとなることが明らかにされた。

(14) 沼津インターチェンジの附近でA、B両線を実証的に比較すると、本線は2Km短く、取付道路が2Km長いA案が交通費用、建設費のいずれの面からも有利であり、B案の有利となる出入交通量を求めるならば、15,000台以上となる。これは本線交通量に対して78%の量であり、この場合には取付道路は高速道路またはそれに準ずる規格とすることが得策である。

### 3. インターチェンジ型式論

インターチェンジは歴史的に高速道路とともに発展を遂げてきた。道路相互の立体交差を交通の分離というはっきりした目的意識から行なったものの例は馬車時代からあり、その一つは1858年にニューヨークのCentral Parkに作られた誇道橋で、オルムステッド(F.

Olms ted) により導入された。アメリカで1921年に開通したBronx River Parkwayがこの国初めての“沿道制限”道路として登場したが、概念上インターチェンジである立体交差施設がここに作られた。完全な立体接続施設としてのクローバー型インターチェンジは、アメリカNew Jersey 州のWoodbridge で2本の道路が交差する地点に1928年に設けられたが、その形の原型は1906年フランスの技師エナール (Eugene Henarad) によって提案されている。その後ドイツのアウトバーンおよびアメリカのターンパイクの発達に伴って各種のインターチェンジ型式が開発された。“Interchange”という述語はアメリカで1940年頃に初めて用いられたものである。

日本では、大正12年の関東大震災の東京復興計画の中に道路の立体交差施設が組入れられ、その一つとして明治神宮の外苑橋が昭和3年に、目白の千登世橋が昭和7年にそれぞれ完成している。いずれも上下の道路がランプによって結ばれており、インターチェンジの萌芽というべきである。その後、昭和11年に起工された新京浜国道で、大田区馬込に不完全クローバー型インターチェンジが計画され、昭和28年に完成したが、昭和32年から着工された名神高速道路によって本格的なインターチェンジがわが国に登場するようになった。

このような歴史の中にあって、インターチェンジの型式は専ら経験的、試行錯誤的方法によって開発されて来たが、本研究はインターチェンジの構成原理に対する理論的解明を行ない、トポロジー論的な基礎に立って再構成することによって、存在可能なすべての型式を構成する方法論を確立した。以下、明らかにされた論点を要約して述べる。

- (1) インターチェンジの型式を規定し、交通運用の差異をもたらす基本的な要素は「動線結合」である。これはインターチェンジにおける交通流の相互関係を示すものである。動線結合はこれをさらに、1.基本動線結合、2.ターミナル結合、3.ランプ結合の3種に分類することができる。これらの分類および命名はすべて筆者による。

「基本動線結合」とは、分流、合流、織り込みおよび交差という交通動線の基本結合を、主動線（通過車道）および副動線（連結路）の相互関係に分類したもので、18種類にわけられる。またインターチェンジにおける1本の主動線に着目するとき、基本動線結合がいくつか連続する。そのとき、2つの分岐（ターミナル）の相互関係をあらわすものを「ターミナル結合」と称する。これは分流と合流の組合わせであり、16箇の關係に分類される。

「ランプ結合」とは、交差する2本の主動線間の動線結合關係を示すもので、1本のランプによって結ばれ、その両端に2箇の基本動線結合關係を持つ。右折動線のみに着目し、基本的にDD, DS, SD, SS およびLの5型式がある。これはまた、4枝交差において対向象限に配置したとき、交差部の外側を廻るか内側を廻るかで位相的な差異があり、これを考慮すると9箇の基本型式に分類される。従来これらの内廻りと外廻りの区分は必ずしも明確でなかった。



(2) インターチェンジは16箇のターミナル結合と9箇のランプ結合の組合わせとしてすべての基本型式が構成される。しかし一つのターミナル結合に対して組合わせの可能なランプ結合の種類は、幾何学的および運用上または経済上の理由から限定されている。またランプ結合にはそれぞれ特性があり、各ランプ結合を用いたときの分離帯幅、標準的な交差階層、本線交差角度への線形的適合性および迂回距離についての優劣がある。その2,3をあげるならば、標準交差階層は内廻り型式は3層となり、外廻り型式は2層となる。本線交差角度への線形的適合性としては、SS (out), SD (out), DS (out) および DD (out) が特に広角象限に適しており、狭角象限にはL (ループ) のみが適している。

(3) インターチェンジの分類法は各種あるが、運用上の相違および連結路の独立性の観点からの分類法として、i) 完全立体型、ii) 織り込み型、iii) 平面交差型の3種とする方法を本研究で開発した。この場合、完全立体型がインターチェンジ型式の基本であり、織り込み型および平面交差型はすべて完全立体型からの派生と見なすことができる。また4枝交差の場合を標準的に論ずることで、3枝交差等も付随的に推論しうる。

4枝交差はまたその幾何学的特性から、i) 点対称型、ii) 線対称型、iii) 非対称型にわけられるが、その基本となり実用性のもっとも高いのが点対称型である。

本研究では、このようにしてインターチェンジの型式をランプ結合の組合わせを理論的、系統的行なうことによって構成し、実際に189箇の型式について考察した。これには非対称型、特に平面交差型のそれを除いて、実用に供しうる基本型式はすべて網羅することができたつもりである。このうち、77箇については既成の文献中や施工実例に見出し得たが、他の112箇は筆者が構成原理にしたがって理論的に構成したものである。構成される型式には、右折動線に使用するランプ結合によって記号の名称を付した。

(4) 点対称型式68種につき考察した結果、つぎのことが明らかとなった。i) 両本線とも分離帯が狭分離型となる結合方式は最も利用価値が高い。ii) 広分離構造は規格の低い道路に適用されるべきである。iii) 広分離構造となるときには、その分離帯内の用地が有効に利用し得られるような結合方式が利用価値が高い。iv) 斜め交差には、広角象限、狭角象限にそれぞれ有利なランプ結合の組合わせによる型式が有効である。v) 一つの基本ランプ結合の内廻りと外廻りの使いわけは、用地事情および交差角度と関連する。vi) 本線交換または積層方式は、用地事情の非常に困難な地域で、かつ有効に用地を減じうる型式のときに適応性があり、また設計規格の低い高速道路に有利である。vii) わが国で適用の可能性を持つ型式は、一般的な用地事情から、少なくとも一方の本線が狭分離帯構造となる型式にほぼ限られる。以上の諸点から、わが国で適用の可能性を持つ型式は68種のうち、26種となることが明らかとなった。

(5) 線対称型については20種につき検討した。1,2の型式を除いては、適応性がきわめて少

ない。これは同一型式のランプが隣接すると、その長所が発揮されず、むしろ欠点が助長されるからである。非対称型も完全立体型では適応性が少ない。

(6) 織り込み型には、i) 副線相互織り込み型、ii) 交差織り込み型、iii) 主線相互織り込み型の3種がある。2, 3種につき考察したが、数種を除いて適応性が少ない。これは織り込み型が、交通の連続性を重視し、安全性や容量上の隘路とならないように設計する場合には、建設費も増大し、走行距離も長くなるが、一方工費節約のために織り込み区間を短くするような設計をするならば、安全性や容量の点において、平面交差型よりむしろ劣ってくるからである。織り込み型はこのような本来基本的に矛盾を持った型式である。

(7) 平面交差型は、対称、非対称型にわたって非常に多くの組合わせ型式がある。その中でも実用性の高いのは、SD (out) と DS (out) のランプを平面交差とした主副線交差方式である。ダイヤモンド型、不完全クローバー型、その他著名な平面交差方式はこれに属する。平面交差型はその特質を巧みに利用すれば、優れた効果を発揮することができる。

(8) 3枝交差には完全立体型として10箇の基本形があり、そのうち8箇については何らかの適応性がある。織り込み型、交差型はそれぞれ4種ある。織り込み型は、ロータリー型以外適応性が少ないが、交差型は一般道路の3枝交差に適する。

(9) 主要なインターチェンジ型式につき、共通的な条件に基づき標準設計を行ない、建設費および利用者費用の両面から定量的な検討を行ない、一般的、個別的な特性を明らかにした。まずインターチェンジの幾何構造設計には線形上の制約があるが、i) 一般にループにおいては平面線形の限界値に制約され、その他の場合には縦断線形に制約されることが多い。ii) 異なった高低差をとるために縦断線形上必要な距離を「縦断制約距離」と呼ぶが、これは縦断勾配および縦断曲線半径の制限値により定まる。前後の縦断曲線半径の制限値によっては、必ずしも最急縦断勾配を用いたときに最小の縦断曲線が得られるのではなく、場合によってはむしろ制限より緩な勾配を用いた方が縦断制約距離を少なくすることができる。

(10) 完全立体型につき、同一型式の斜め交差を含む18型式につき標準設計を行なったが、i) 用地面積は最大と最小では約2倍の開きがある。ii) 交差階層が大となるほど面積が少なくなるという傾向は一般的にはいえない。特に4層型式は縦断制約距離のため、他の3層型式よりむしろ面積の大きい場合がある。iii) 本線広分離の型式では、本線設計速度を低下させると、用地面積がかなり減少する。1例では設計速度を100Km/hから80Km/hに低めた結果、26%面積が減少した。iv) ランプ線形の相違による走行費の差異は建設費に対して相対的に大きな割合を占めるから、この要素を無視してインターチェンジでの適切な選択はできない。

(11) 完全立体型の各型式の総合的に比較して、i) クローバー型は面積と迂回距離の過大さから、既に過去の形式となった。ii) 4層型は一般に不利であり、インターチェンジ屈折交通

量 10,000 台／日以上るとき、他の型式と比肩しうる。iii) ともえ型〔4SS (out)〕は適用範囲が広い。iv) ループ 2 箇を対称的に配置した諸型式は、ループに交通の少ないとき非常に有利な型式である。

(12) 平面交差型は 4 種につき比較した。その結果、i) 平面交差型は工費でも用地面積でも、完全立体型に比しそれぞれ約  $\frac{1}{2}$  程度であるので、交差道路の性格と容量上の観点から運用上許容しうるならば、できるだけ平面交差型を採用すべきである。ii) ダイヤモンド型、不完全クローバー型および同直結路付の 3 型式を比較するとき、走行費を考慮した総費用からは常にダイヤモンド型が有利である。不完全クローバー型および同直結路付は、信号化の予想されない郊外部で不均等な交通を持つ場合に、安全性の評価の上からダイヤモンド型に優る場合がある。都市部ではこれらの型式を採用する機会はほとんどない。iii) トランペット型は走行費用の上で大きな損失があるため、この型式に有利な方向の交通がかなり多くてもダイヤモンド型に勝る可能性はほとんどない。

(13) 有料道路のインターチェンジで、料金徴集所のある場合について、ダイヤモンド型とトランペット型とを比較した。その結果、いずれの型式が優るかは、建設費、管理費および利用者走行費用を考慮すると、用地単価、出入交通量およびその方向性に依存しているが、都市部では用地費も高く、出入交通量もまた大きいから、ほとんどの場合ダイヤモンド型が有利となる。交通量が 0 としても、用地単価が 12,000 円／ $\text{m}^2$  以上ではダイヤモンド型が有利である。交通量が多くなるほど、用地費がそれより安くてもダイヤモンド型が有利となる。反対に、地方部で用地も安く、かつ交通量も少ないインターチェンジでは、トランペット型採用の条件が多くなる。

#### 4. ランプ線形論

インターチェンジのランプは、その両端で必ずより高い速度を持つ高速道路本線に接続する<sup>1)</sup>か、または停止を強いられる交差部に連結している。そのためランプ上では、自動車は常に設計速度またはそれに相関した一定速度で走るよりも、むしろ設計速度を基準として常に速度の変化を伴っているのが実態である。そのため、ランプの幾何構造、特に線形は、実際の運用実態に見合う設計がなされねばならない。土地利用の高度なわが国では、限界状況に近い条件でランプ線形を決定する場合が少なくないので、欧米諸国とはまた異った、より厳しい追求が必要とされる。

本研究では、名神高速道路で開通以来トランペット型インターチェンジでループを流入部に用いる A 型が、ループを流出側に用いる B 型より事故率が高いという、従来考えられていた通念と逆な現象が発生している事実から、インターチェンジのランプ線形が交通運用に及ぼす影響を多角的な視野から調査と解析を行ない、特にトランペット型インターチェンジにおけるランプ配列の優劣を論じたものである。

調査としては、1) ランプ走行実態調査、2) 実験車による走行特性調査、3) 実験車による生理反応調査、4) 運転者アンケート調査、5) 事故実態分析、の 5 項目を選んだ。以上 5 項目の調査の個々の結論の間には、幾つかの矛盾した結果を招来しているものもあるが、多くの疑問に対して共通な解答が得られ、一つの方向からの接近では確信が得られない結論も、総合的な評価

によって確言しうるものとなっている。以下主要な結論につき述べる。

- (1) 流出ランプと流入ランプとを比較すれば、明らかに事故率は流出ランプの方が高いが、平均的な走行速度や生理反応調査、アンケート調査にする走行性の難易等には特に有意な差は認められない。
- (2) ランプ型式間で事故率に相違があるが、それがランプ型式そのものに起因するとは一般的にいい難い。むしろ個々のランプに欠陥があるときに高い事故率を示す。運転者は走行性の難易の判定において、第一に見通しの良否を問題とし、第二に平面線形、第三に縦断線形を評価する。見通しの悪いランプは事故率も高い。
- (3) 流出ランプでは最小半径とその点の走行速度とに相関関係が認められるが、流入ランプには認められない。生理反応調査でも同様な傾向が見られる。これは流出部では純粋な走行力学的観点から運転されるのに対して、流入部では高速車線へ進入する前の心理的準備から、直接走行している曲線半径より、見通しや流入部との距離関係などから速度を調節しているためと見られる。流出部ではループで減速することに運転者は抵抗を感じていないが、流入部のループの手前で減速するときは、大きな心理的抵抗を感じている。
- (4) S型ランプとループとをくらべると、流出部ではループよりS型に事故率が高く、運転者もまたループを好んでいる。ループや単純左折型ランプでは最小半径40mで運転者は走り、難いと感じている。S型ランプでは、半径60mがこれに対応している。走りやすいと感じられる限界はそれぞれ45mおよび70mである。これらの相違は走行速度に起因している。ループでは速度を落させる視覚的心理的效果が大きいが、S型ランプでは線形が悪くても高速を出し勝ちである。S型ランプは最小半径70m、変曲点以前の半径100m、できれば120mを確保すべきである。
- (5) 流入部ではS型よりループに事故が多く、運転者もまたS型を好んでいる。流入部では、運転者は高速車線への流入を期待し、曲線半径を充分に意識しない傾向があるから、流入ランプは特に見通しの良いことが必要であり、ループへの導入部では、小半径のあることが運転者に容易に視認しうる構造とすべきである。ループは流入、流出とも45mを確保したい。
- (6) 縦断勾配が6%以上となると運転者は走り難いと感じ、特にランプの短いとき強く感ずる。事故率もこのようなランプに高い。
- (7) トランペットA型かB型かの優劣を一般的にいうことはできない。幾何構造上の条件が一定水準以上に達しているならば、A型かB型かの判断は走行経済に依存し、交通量の多い方にS型を用いるという、旧来からのAASHOの方針が支持されよう。しかしS型ランプに充分な線形を確保できないときは、流出部にループを用いるトランペットB型とする方が運用上安全性が高い。その際見通しには充分な配慮を行なうべきである。

## 附 録

1. インターチェンジ基本図形集
2. インターチェンジ標準設計図集

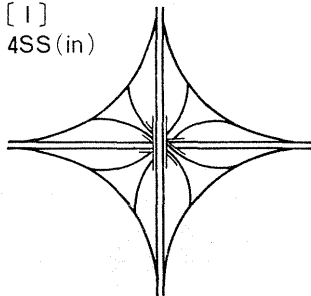


# 1. インターチェンジ基本図形集

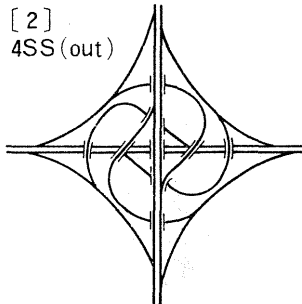
点対称型

SS・SS

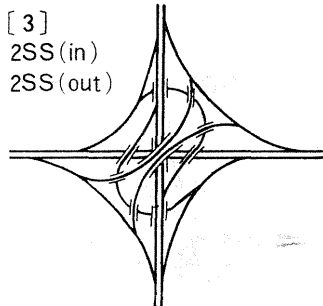
[1]  
4SS(in)



[2]  
4SS(out)

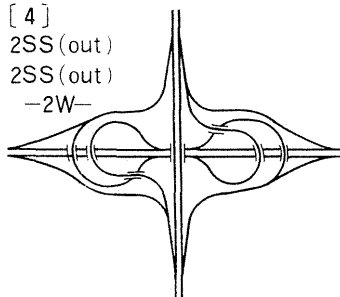


[3]  
2SS(in)  
2SS(out)

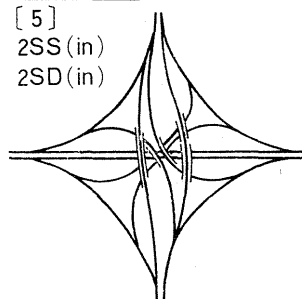


SS・SD

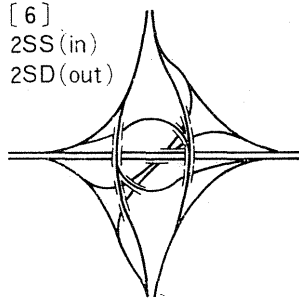
[4]  
2SS(out)  
2SS(out)  
-2W-



[5]  
2SS(in)  
2SD(in)

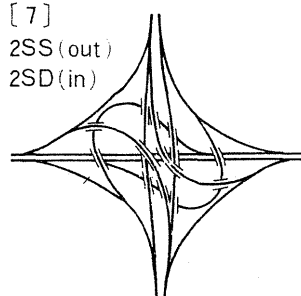


[6]  
2SS(in)  
2SD(out)

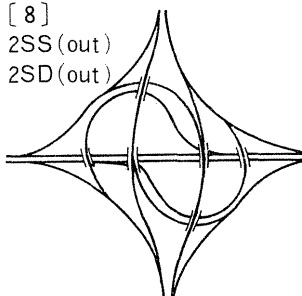


SS・DS

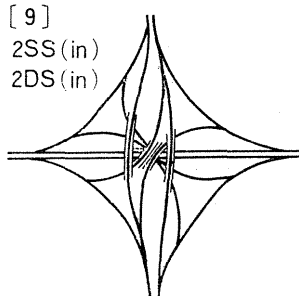
[7]  
2SS(out)  
2SD(in)

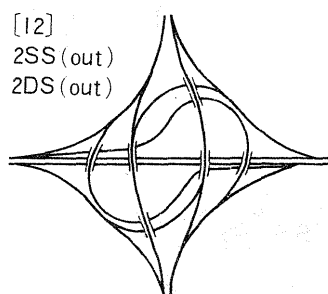
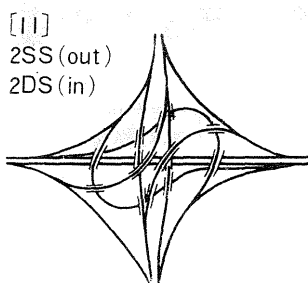
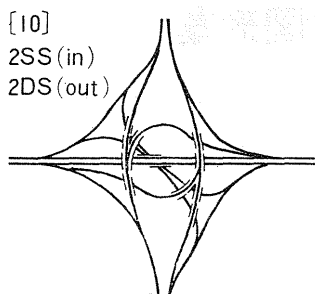


[8]  
2SS(out)  
2SD(out)

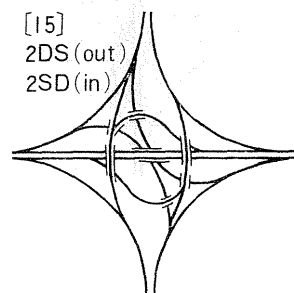
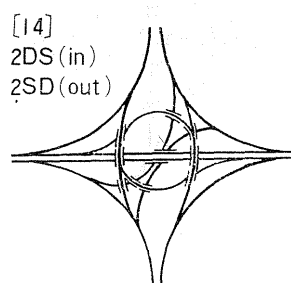
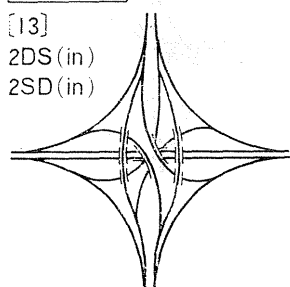


[9]  
2SS(in)  
2DS(in)

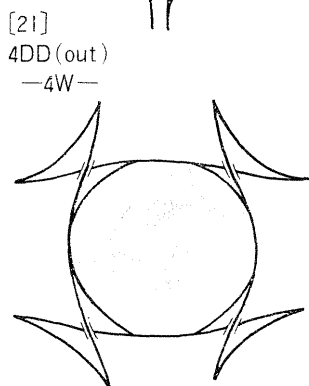
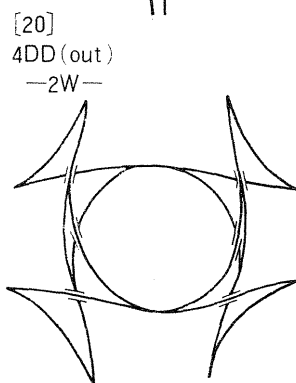
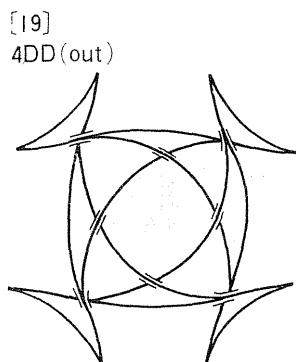
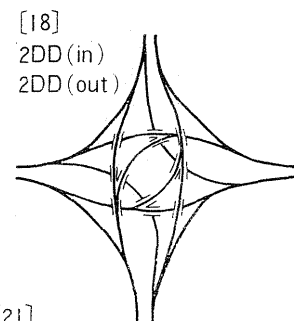
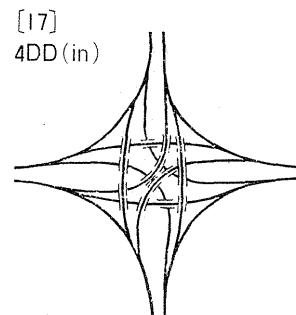
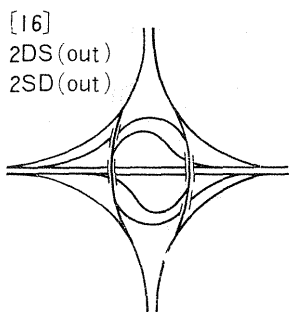




**DS · SD**



**DD · DD**

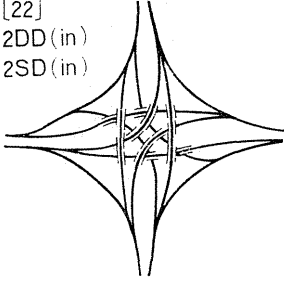




**DD · SD**

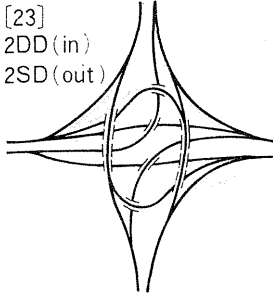
[22]

2DD (in)  
2SD (in)



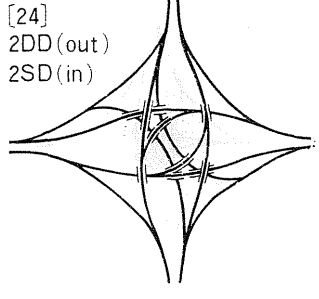
[23]

2DD (in)  
2SD (out)



[24]

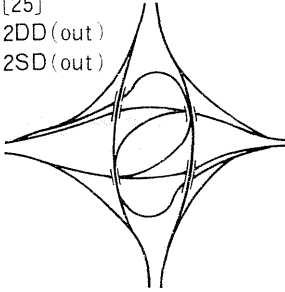
2DD (out)  
2SD (in)



**DD · DS**

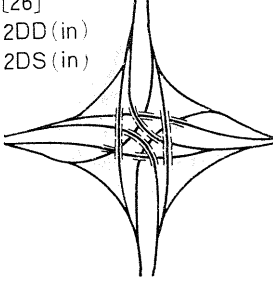
[25]

2DD (out)  
2SD (out)



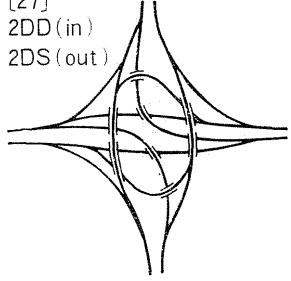
[26]

2DD (in)  
2DS (in)



[27]

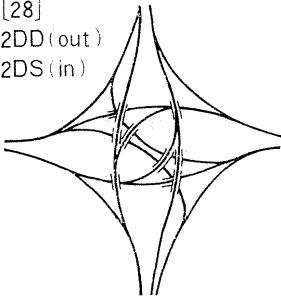
2DD (in)  
2DS (out)



**DD · SS**

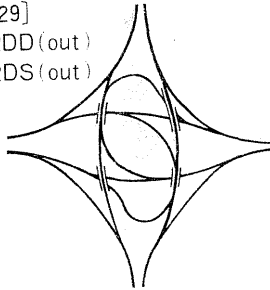
[28]

2DD (out)  
2DS (in)



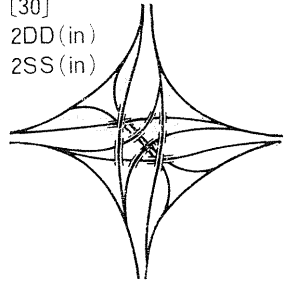
[29]

2DD (out)  
2DS (out)



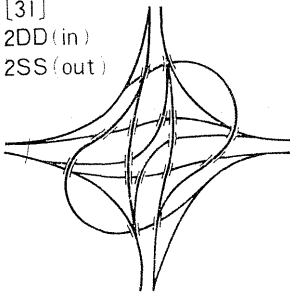
[30]

2DD (in)  
2SS (in)



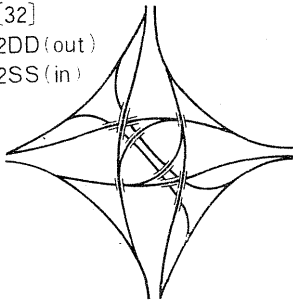
[31]

2DD (in)  
2SS (out)



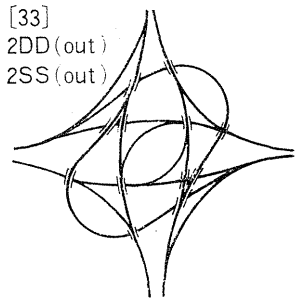
[32]

2DD (out)  
2SS (in)



[33]

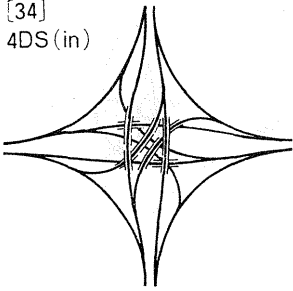
2DD (out)  
2SS (out)



**DS · DS**

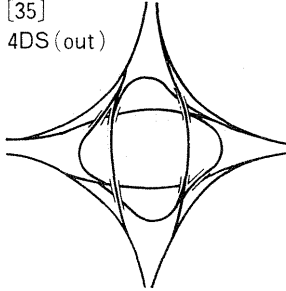
[34]

4DS (in)



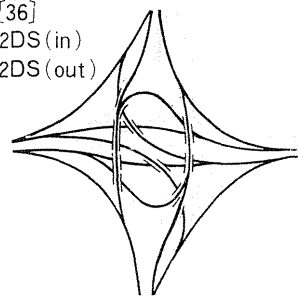
[35]

4DS (out)



[36]

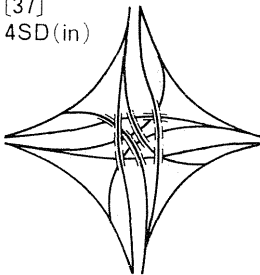
2DS (in)  
2DS (out)



**SD · SD**

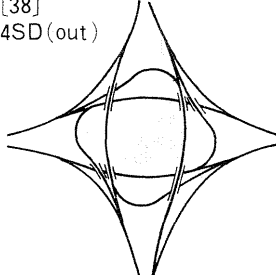
[37]

4SD (in)



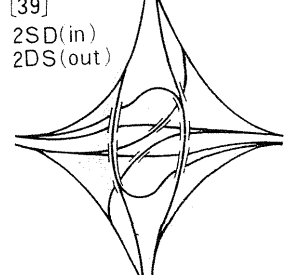
[38]

4SD (out)



[39]

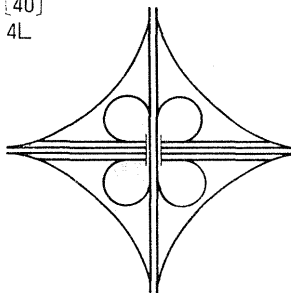
2SD (in)  
2DS (out)



**L · L**

[40]

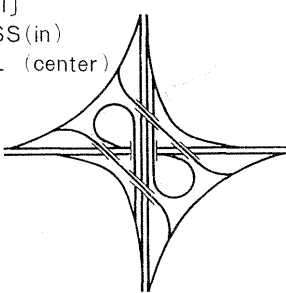
4L



**SS · L**

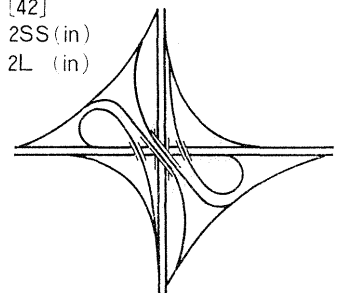
[41]

2SS (in)  
2L (center)



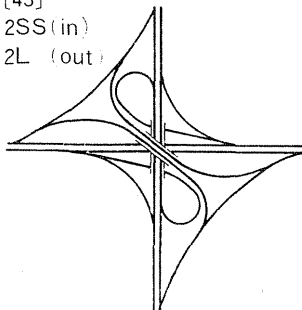
[42]

2SS (in)  
2L (in)



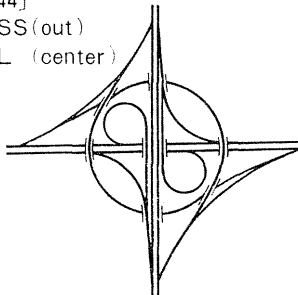
[43]

2SS (in)  
2L (out)



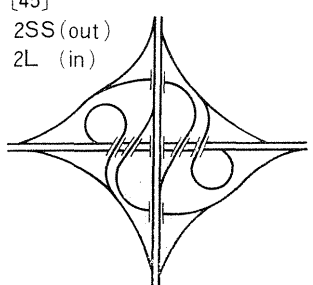
[44]

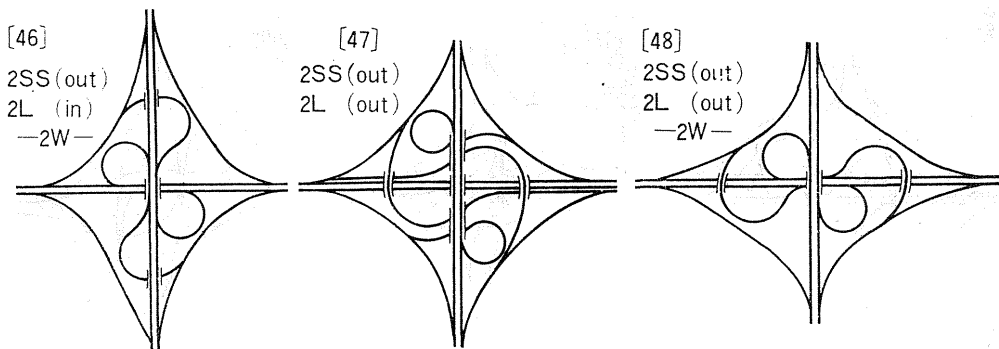
2SS (out)  
2L (center)



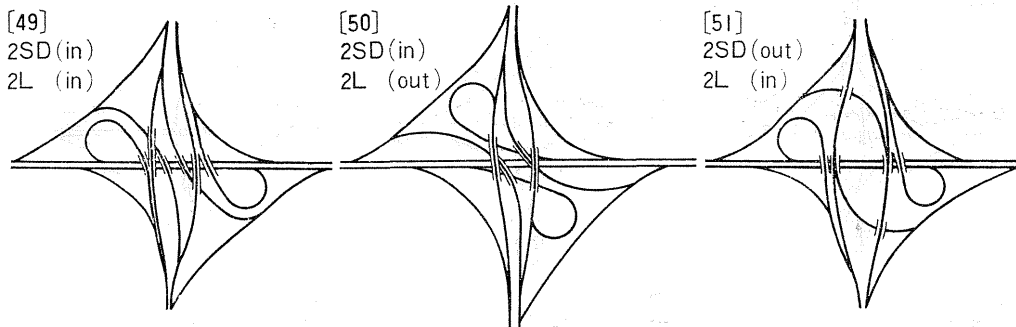
[45]

2SS (out)  
2L (in)

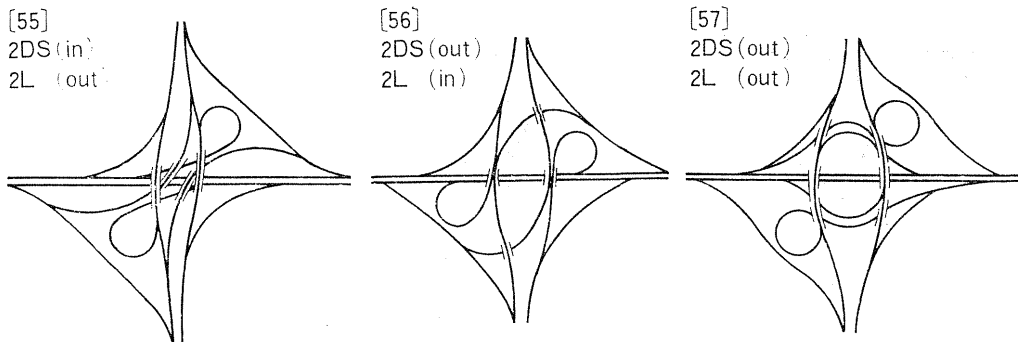
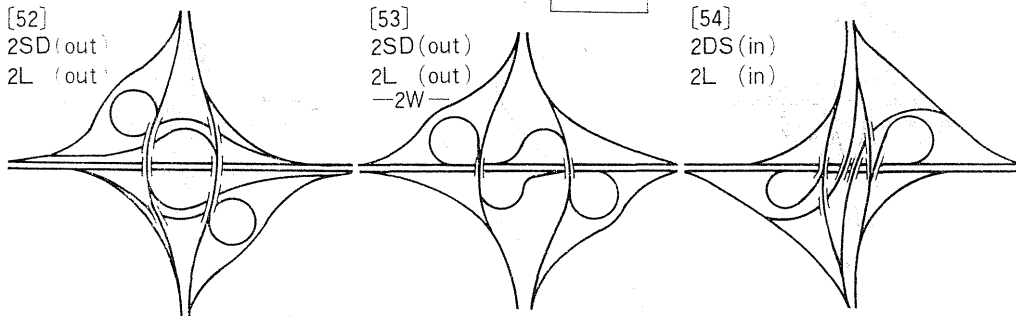




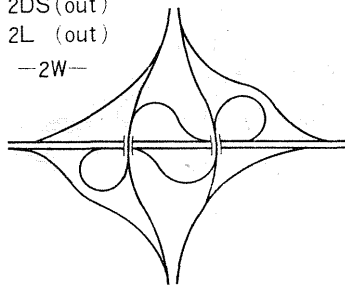
**SD·L**



**DS·L**

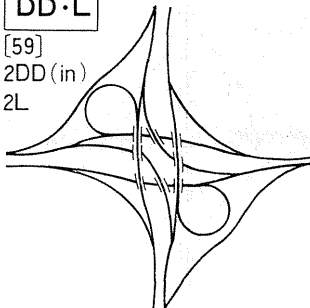


[58]  
2DS(out)  
2L(out)  
—2W—

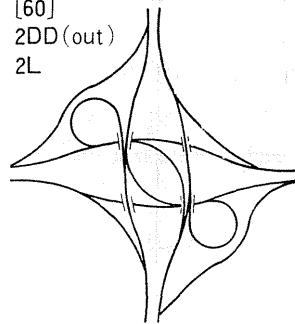


DD·L

[59]  
2DD(in)  
2L

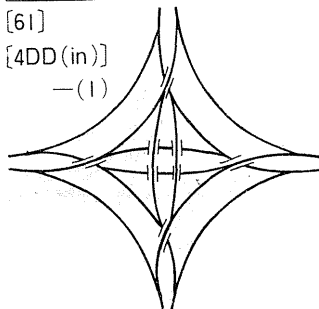


[60]  
2DD(out)  
2L

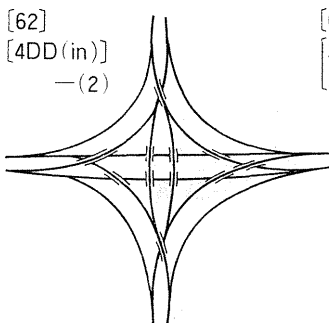


本線交換

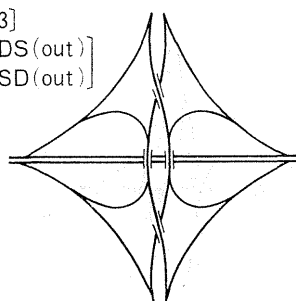
[61]  
[4DD(in)]  
—(1)



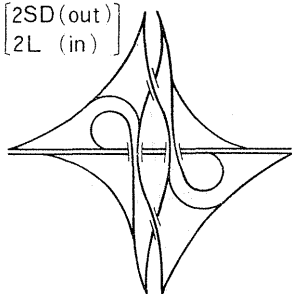
[62]  
[4DD(in)]  
—(2)



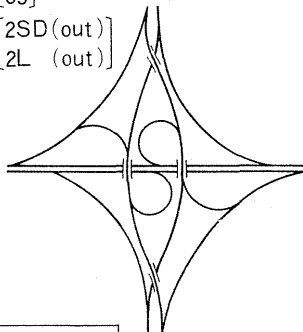
[63]  
[2DS(out)]  
[2SD(out)]



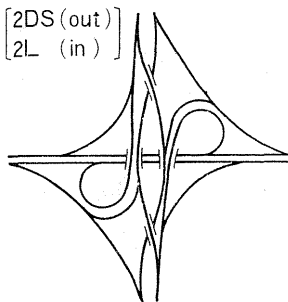
[64]  
[2SD(out)]  
[2L(in)]



[65]  
[2SD(out)]  
[2L(out)]

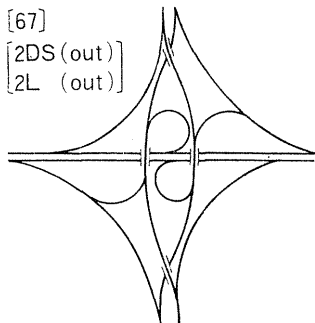


[66]  
[2DS(out)]  
[2L(in)]

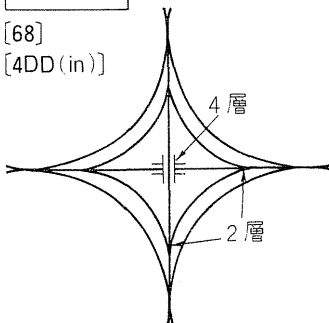


本線積層

[67]  
[2DS(out)]  
[2L(out)]



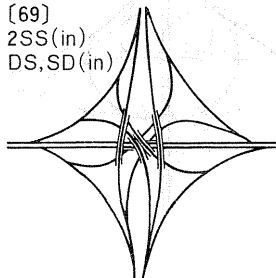
[68]  
[4DD(in)]



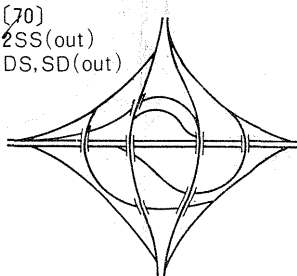
線対称型

SS·DS,SD

[69]  
2SS(in)  
DS,SD(in)

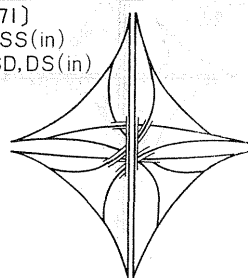


[70]  
2SS(out)  
DS,SD(out)



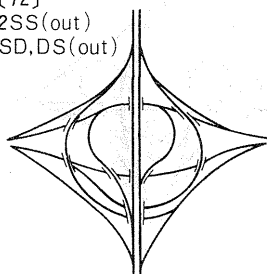
SS·SD,DS

[71]  
2SS(in)  
SD,DS(in)

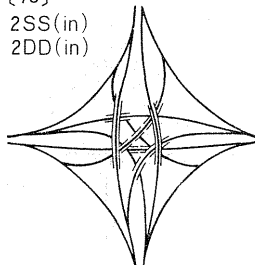


SS·DD

[72]  
2SS(out)  
SD,DS(out)

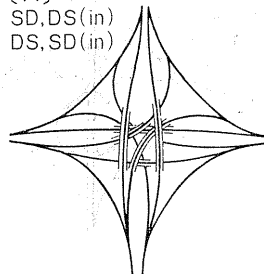


[73]  
2SS(in)  
2DD(in)

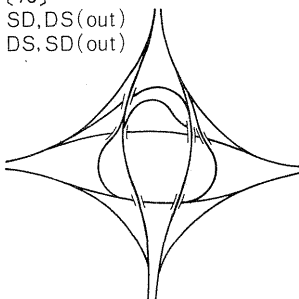


SD,DS·DS,SD

[74]  
SD,DS(in)  
DS,SD(in)

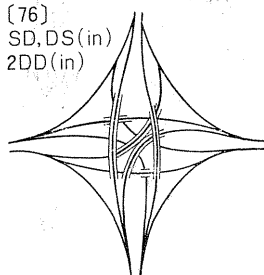


[75]  
SD,DS(out)  
DS,SD(out)



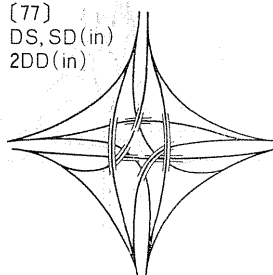
SD,DS·DD

[76]  
SD,DS(in)  
2DD(in)



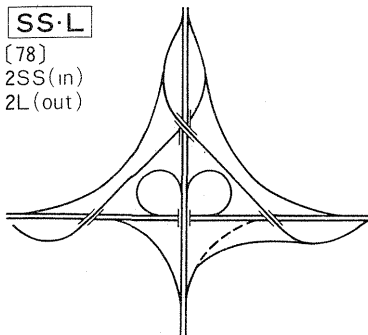
DS,SD·DD

[77]  
DS,SD(in)  
2DD(in)

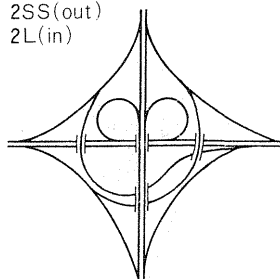


SS·L

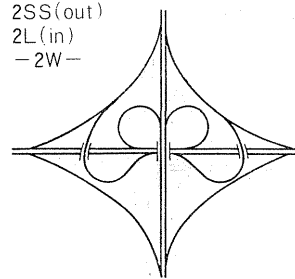
[78]  
2SS(in)  
2L(out)



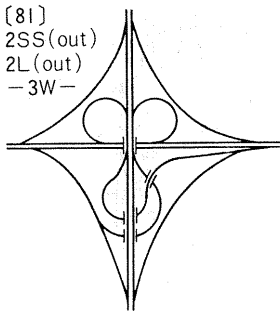
[79]  
2SS(out)  
2L(in)



[80]  
2SS(out)  
2L(in)  
—2W—

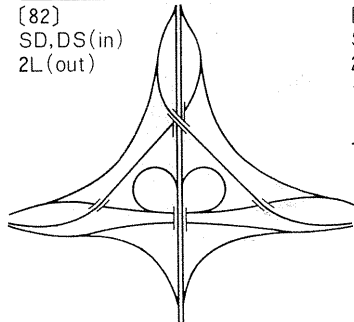


[81]  
2SS(out)  
2L(out)  
—3W—

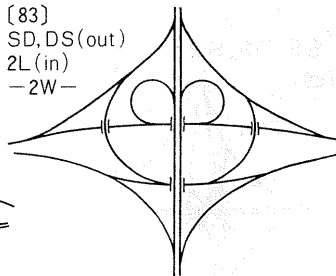


**SD, DS·L**

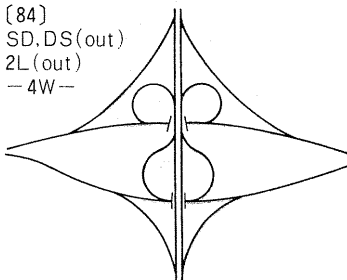
[82]  
SD, DS(in)  
2L(out)



[83]  
SD, DS(out)  
2L(in)  
—2W—

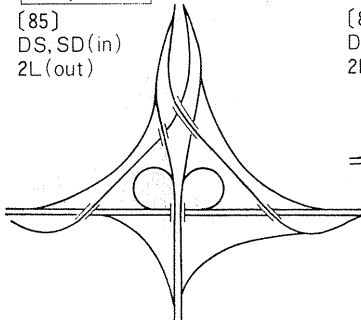


[84]  
SD, DS(out)  
2L(out)  
—4W—

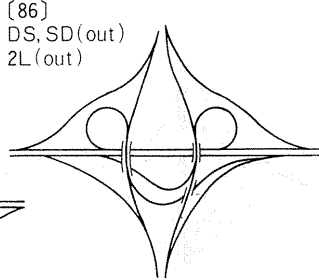


**DS, SD·L**

[85]  
DS, SD(in)  
2L(out)

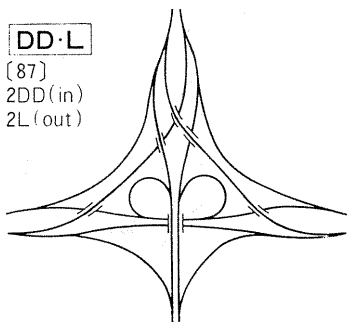


[86]  
DS, SD(out)  
2L(out)

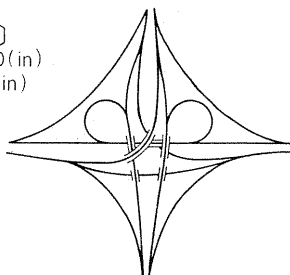


**DD·L**

[87]  
2DD(in)  
2L(out)

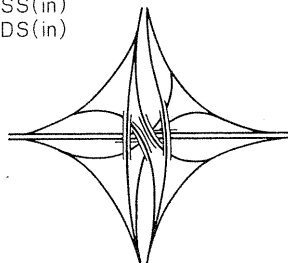


[88]  
2DD(in)  
2L(in)



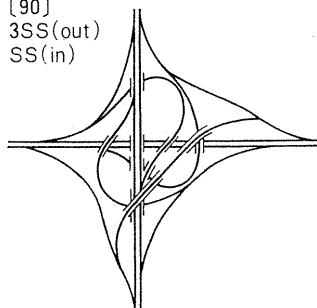
**I 象限変形 Lなし**

[89]  
2SD(in)  
SS(in)  
DS(in)



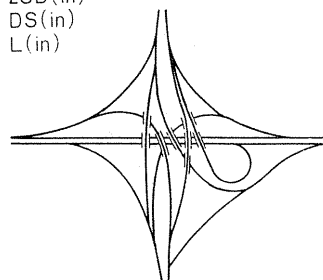
**非対称型**

[90]  
3SS(out)  
SS(in)

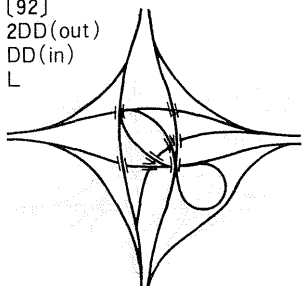


**I L**

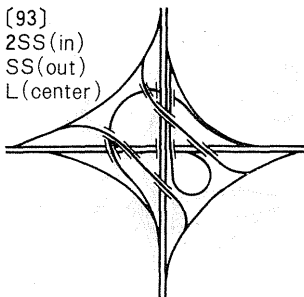
[91]  
2SD(in)  
DS(in)  
L(in)



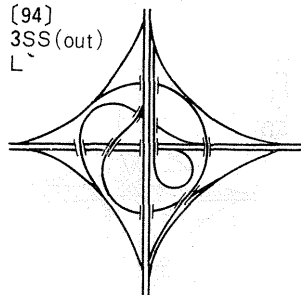
[92]  
2DD(out)  
DD(in)  
L



[93]  
2SS(in)  
SS(out)  
L(center)

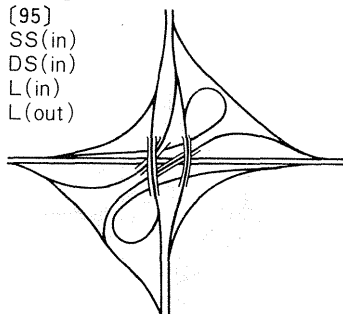


[94]  
3SS(out)  
L

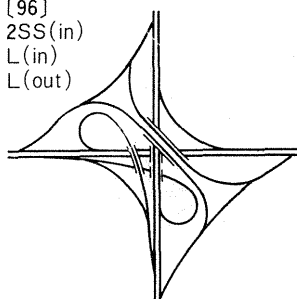


2 L

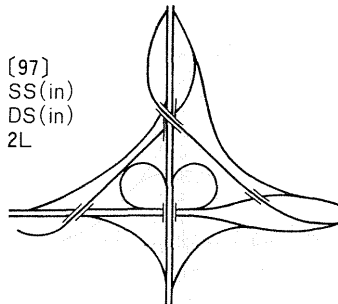
[95]  
SS(in)  
DS(in)  
L(in)  
L(out)



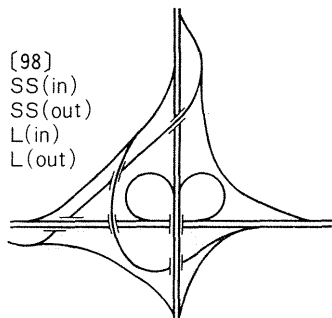
[96]  
2SS(in)  
L(in)  
L(out)



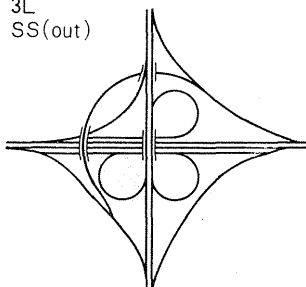
[97]  
SS(in)  
DS(in)  
2L



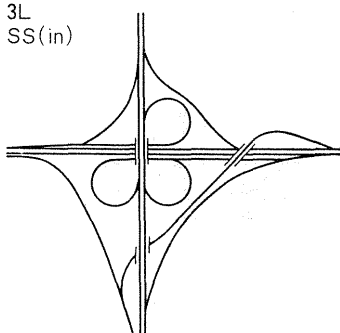
[98]  
SS(in)  
SS(out)  
L(in)  
L(out)



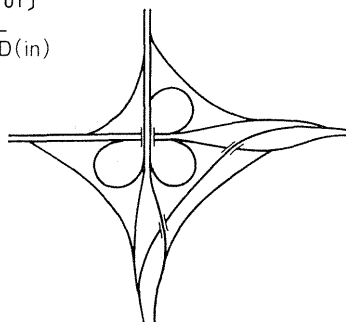
3 L  
[99]  
3L  
SS(out)



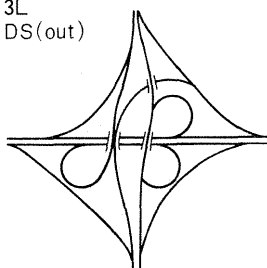
[100]  
3L  
SS(in)



[101]  
3L  
DD(in)

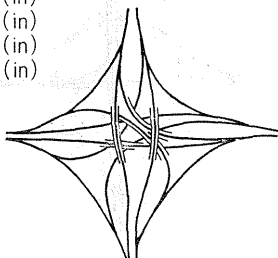


[102]  
3L  
DS(out)

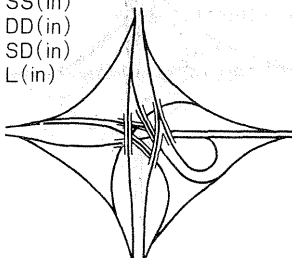


非対称(その他)

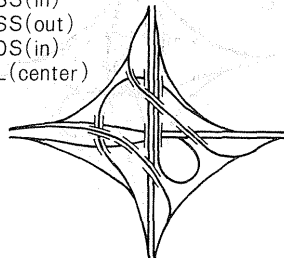
[103]  
SS(in)  
DD(in)  
DS(in)  
SD(in)



[104]  
SS(in)  
DD(in)  
SD(in)  
L(in)

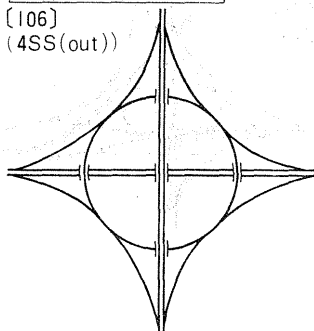


[105]  
SS(in)  
SS(out)  
DS(in)  
L(center)



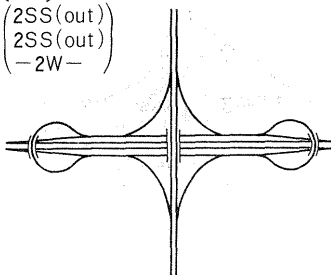
副線相互織り込み

[106]  
(4SS(out))

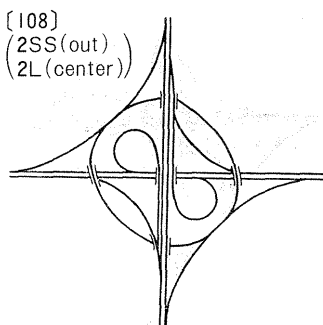


織り込み型

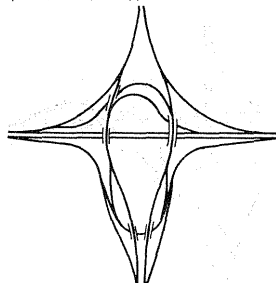
[107]  
(2SS(out))  
(2SS(out))  
-2W-



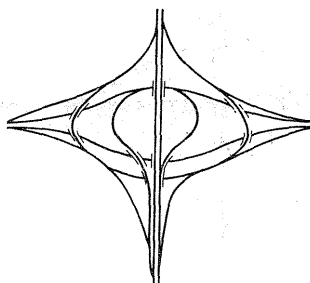
[108]  
(2SS(out))  
(2L(center))



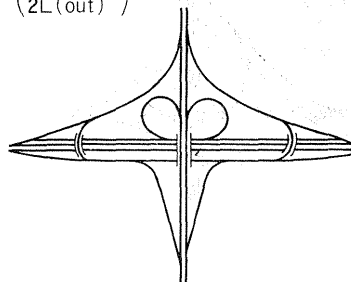
[109]  
(2SS(out))  
(DS,SD(out))



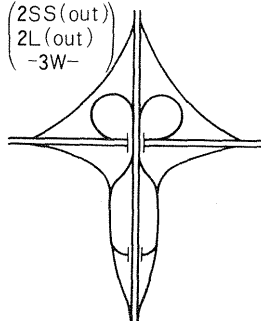
[110]  
(2SS(out))  
(SD,DS(out))



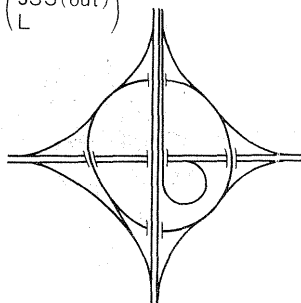
[111]  
(2SS(out))  
(2L(out))



[112]  
(2SS(out))  
(2L(out))  
-3W-

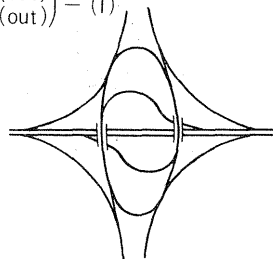


[113]  
(3SS(out))  
L



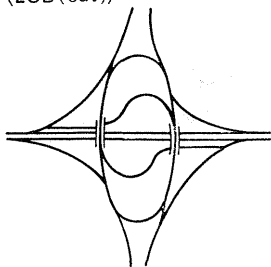
交差織り込み

[114]  
(2DS(out))  
(2SD(out)) - (I)

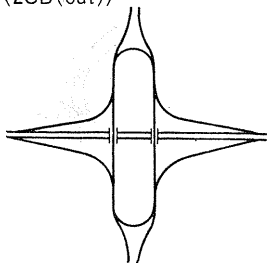




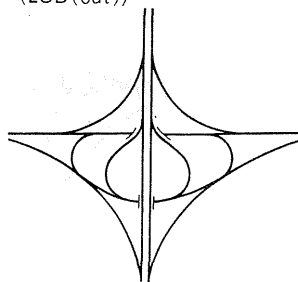
[115]  
(2DS(out)) - (2)  
(2SD(out))



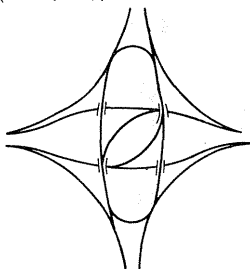
[116]  
(2DS(out)) - (3)  
(2SD(out))



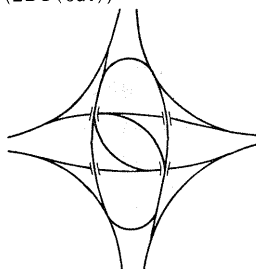
[117]  
(2DS(out)) - (4)  
(2SD(out))



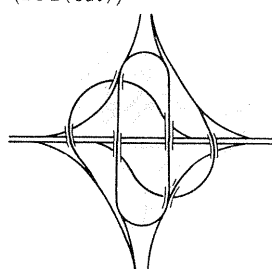
[118]  
(2DD(out))  
(2SD(out))



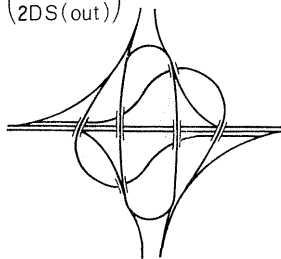
[119]  
(2DD(out))  
(2DS(out))



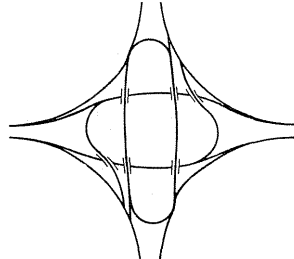
[120]  
(2SS(out))  
(2SD(out))



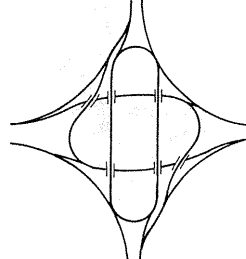
[121]  
(2SS(out))  
(2DS(out))



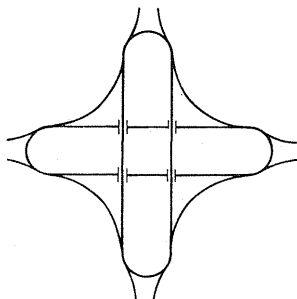
[122]  
(4SD(out)) - (1)



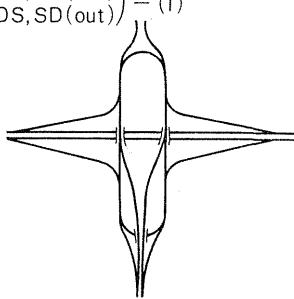
[123]  
(4DS(out))



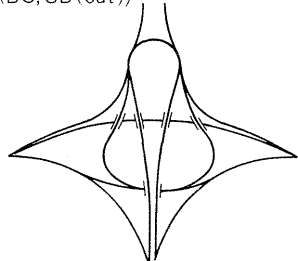
[124]  
(4SD(out)) - (2)



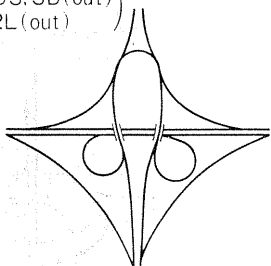
[125]  
(SD, DS(out)) - (1)  
(DS, SD(out))



[126]  
(SD, DS(out)) - (2)  
(DS, SD(out))

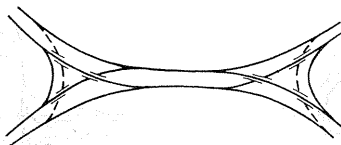


[127]  
 (DS, SD(out))  
 (2L(out))



主線相互織り込み

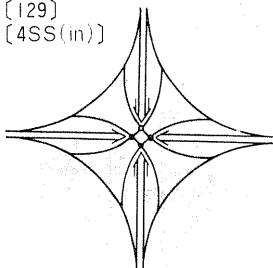
[128]  
 (4DD(in))



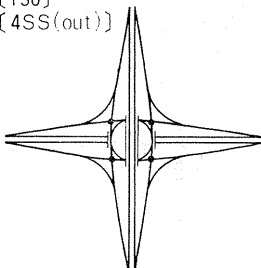
交差型

副線相互交差

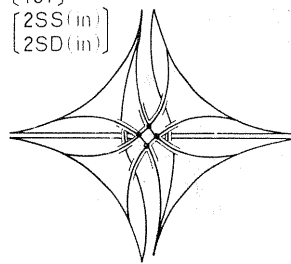
[129]  
 [4SS(in)]



[130]  
 [4SS(out)]

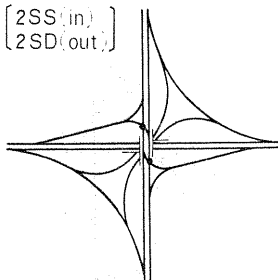


[131]  
 [2SS(in)]  
 [2SD(in)]

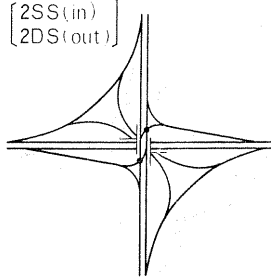


主副線交差

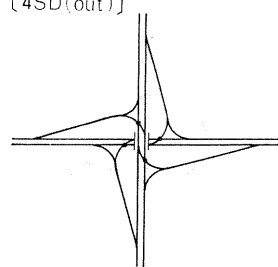
[132]  
 [2SS(in)]  
 [2SD(out)]



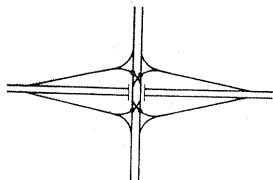
[133]  
 [2SS(in)]  
 [2SD(out)]



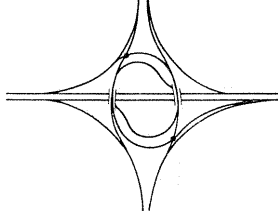
[134]  
 [4SD(out)]



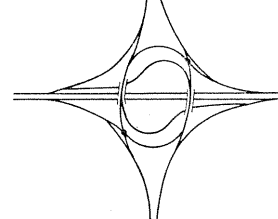
[135]  
 [2DS(out)] - (1)  
 [2SD(out)]



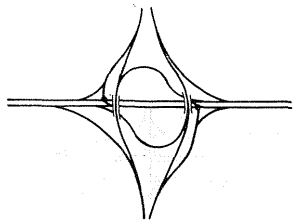
[136]  
 [2DS(out)] - (2)  
 [2SD(out)]



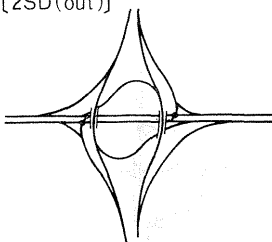
[137]  
 [2DS(out)] - (3)  
 [2SD(out)]



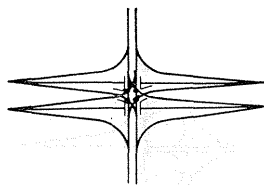
[138]  
[2DS(out)]  
[2DS(out)]



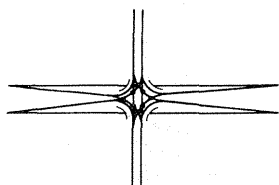
[139]  
[2SD(out)]  
[2SD(out)]



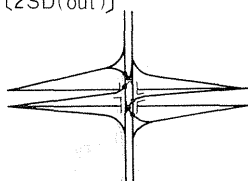
[140]  
[4DD(in)]-(1)



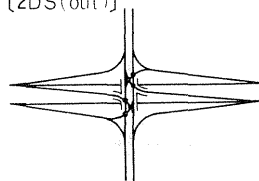
[141]  
[4DD(in)]-(2)



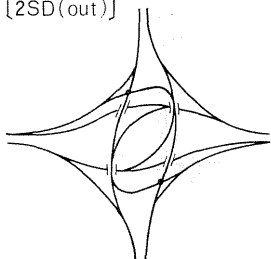
[142]  
[2DD(in)]  
[2SD(out)]



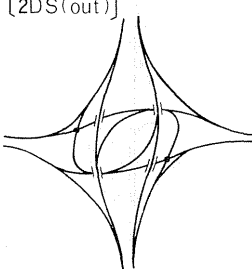
[143]  
[2DD(in)]  
[2DS(out)]



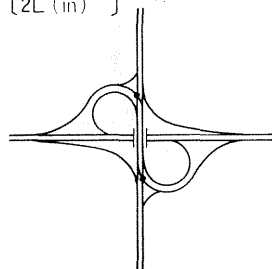
[144]  
[2DD(out)]  
[2SD(out)]



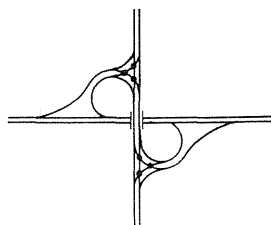
[145]  
[2DD(out)]  
[2DS(out)]



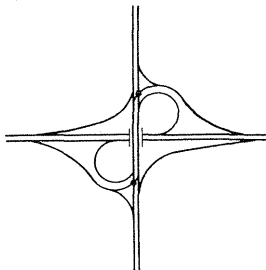
[146]  
[2SD(out)]-(1)  
[2L(in)]



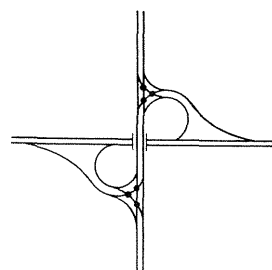
[147]  
[2SD(out)]-(2)  
[2L(in)]



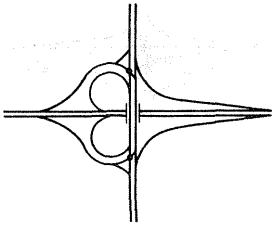
[148]  
[2DS(out)]-(1)  
[2L(in)]



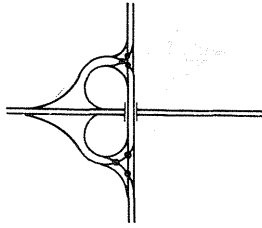
[149]  
[2DS(out)]-(2)  
[2L(in)]



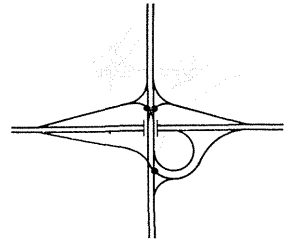
$$\begin{Bmatrix} [150] \\ \text{SD, DS(out)} \\ 2\text{L (out)} \\ -2\text{W-} \end{Bmatrix} - (1)$$



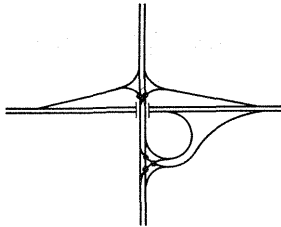
$$\begin{Bmatrix} [151] \\ \text{SD, DS(out)} \\ 2\text{L (out)} \\ -2\text{W-} \end{Bmatrix} - (1)$$



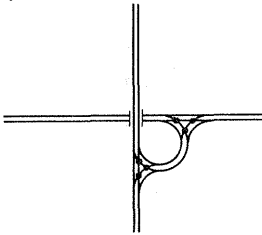
$$\begin{Bmatrix} [152] \\ 2\text{SD(out)} \\ \text{DS(out)} \\ \text{L (in)} \end{Bmatrix} - (1)$$



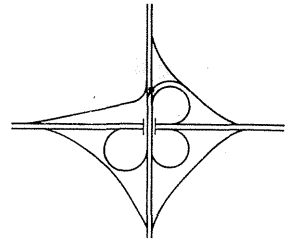
$$\begin{Bmatrix} [153] \\ 2\text{SD(out)} \\ \text{DS(out)} \\ \text{L (in)} \end{Bmatrix} - (2)$$



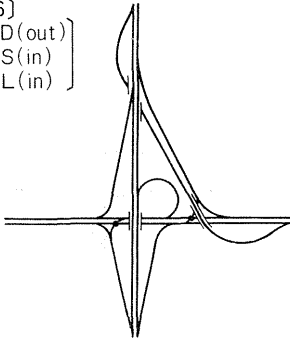
$$\begin{Bmatrix} [154] \\ 2\text{SD(out)} \\ \text{DS(out)} \\ \text{L (in)} \end{Bmatrix} - (3)$$



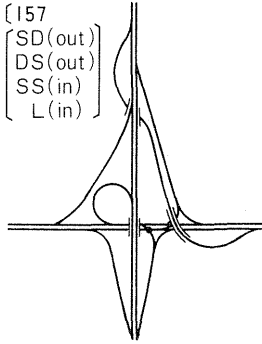
$$\begin{Bmatrix} [155] \\ \text{DS(out)} \\ 3\text{L} \end{Bmatrix}$$



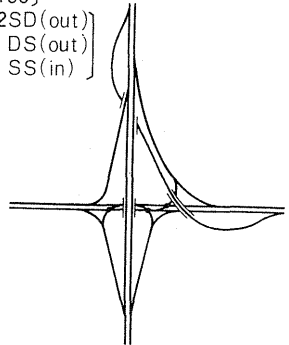
$$\begin{Bmatrix} [156] \\ 2\text{SD(out)} \\ \text{SS(in)} \\ \text{L (in)} \end{Bmatrix}$$



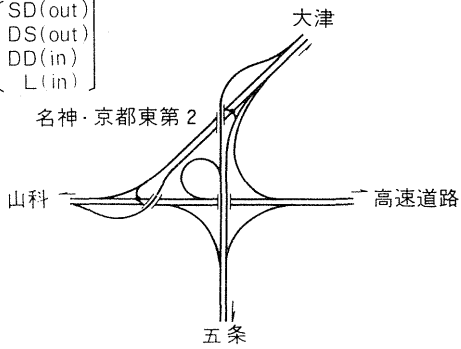
$$\begin{Bmatrix} [157] \\ \text{SD(out)} \\ \text{DS(out)} \\ \text{SS(in)} \\ \text{L (in)} \end{Bmatrix}$$



$$\begin{Bmatrix} [158] \\ 2\text{SD(out)} \\ \text{DS(out)} \\ \text{SS(in)} \end{Bmatrix}$$

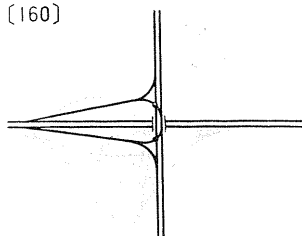


$$\begin{Bmatrix} [159] \\ \text{SD(out)} \\ \text{DS(out)} \\ \text{DD(in)} \\ \text{L (in)} \end{Bmatrix}$$

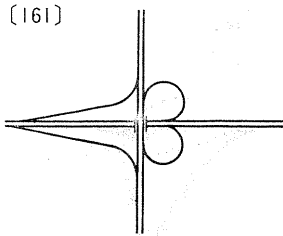


不完全接続

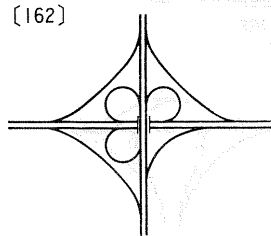
[160]



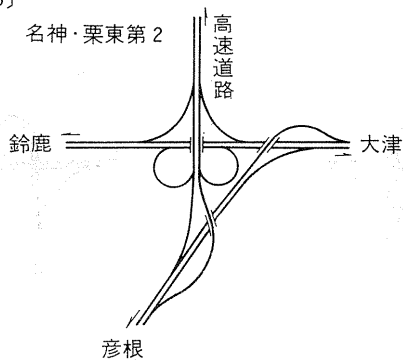
[161]



[162]

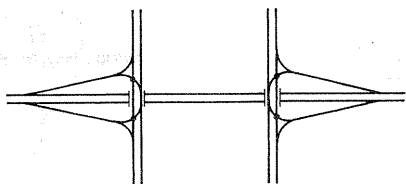


[163]

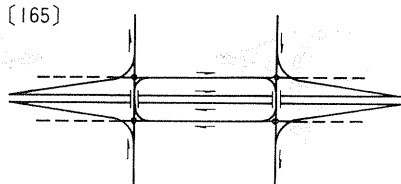


分離・組合せ

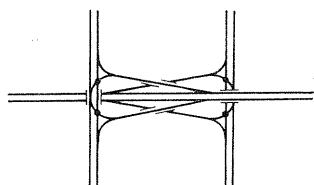
[164]



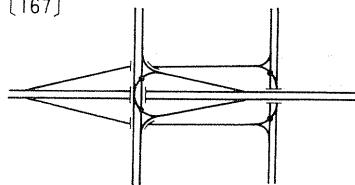
[165]



[166]

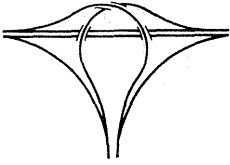


[167]



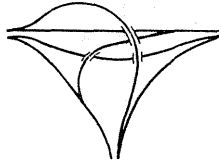
完全立体型

[168]  
S·S

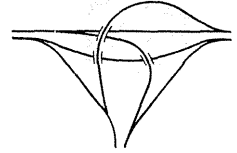


三枝交差

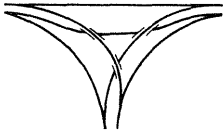
[169]  
S·D



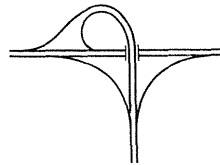
[170]  
D·S



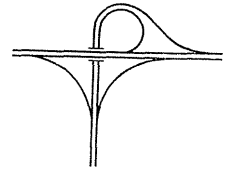
[171]  
D·D



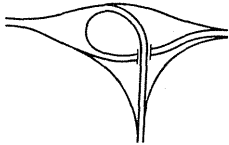
[172]  
S·L



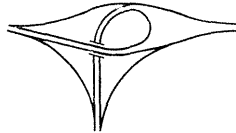
[173]  
L·S



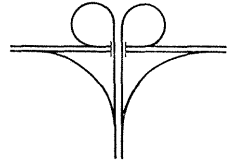
[174]  
D·L



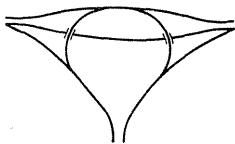
[175]  
L·D



[176]  
L·L

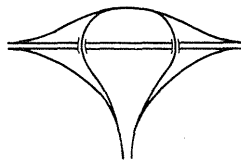


[177]  
D·D-W-

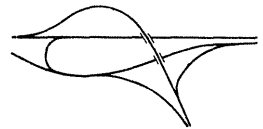


織り込み型

[178]  
(S·S)



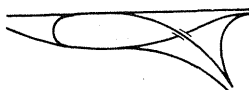
[179]  
(S·D)



[180]  
(D·S)

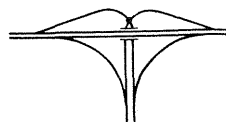


[181]  
(D·D)

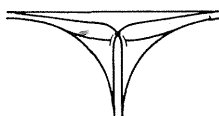


交叉型

[182]  
(S·S)



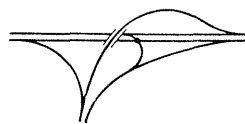
[183]  
(D·D)



[184]  
(S·D)

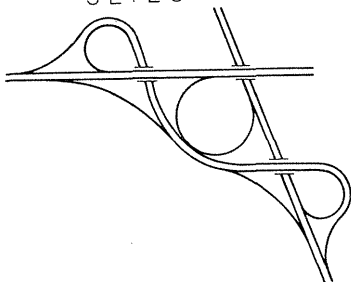


[185]  
(S·S)

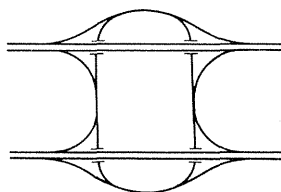


三枝交叉合成型

[186]  
 $S \cdot L + L \cdot S$

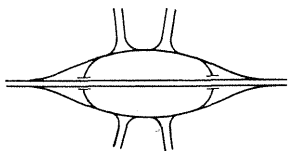


[187]  
 $(S \cdot S) + (S \cdot S)$

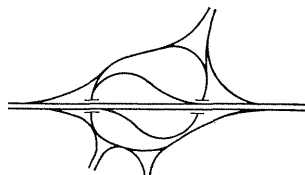


多枝交叉

[188]



[189]



## 2. インターチェンジ標準設計図集

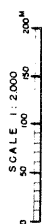
### 平 面 図

4SS(OUT) (タービン型) .....	327
2SS(IN)2SS(OUT) .....	328
4SS(IN) (4層交差型) .....	329
4L (クローバーリーフ) .....	330
2SS(OUT)2L(CENTER) .....	331
ダブルトランペット .....	332
トランペット .....	333
直結路付不完全クローバー .....	334
不完全クローバー .....	335
ダイヤモンド .....	336
トランペット(有料) .....	337
ダイヤモンド(有料) .....	338

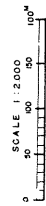
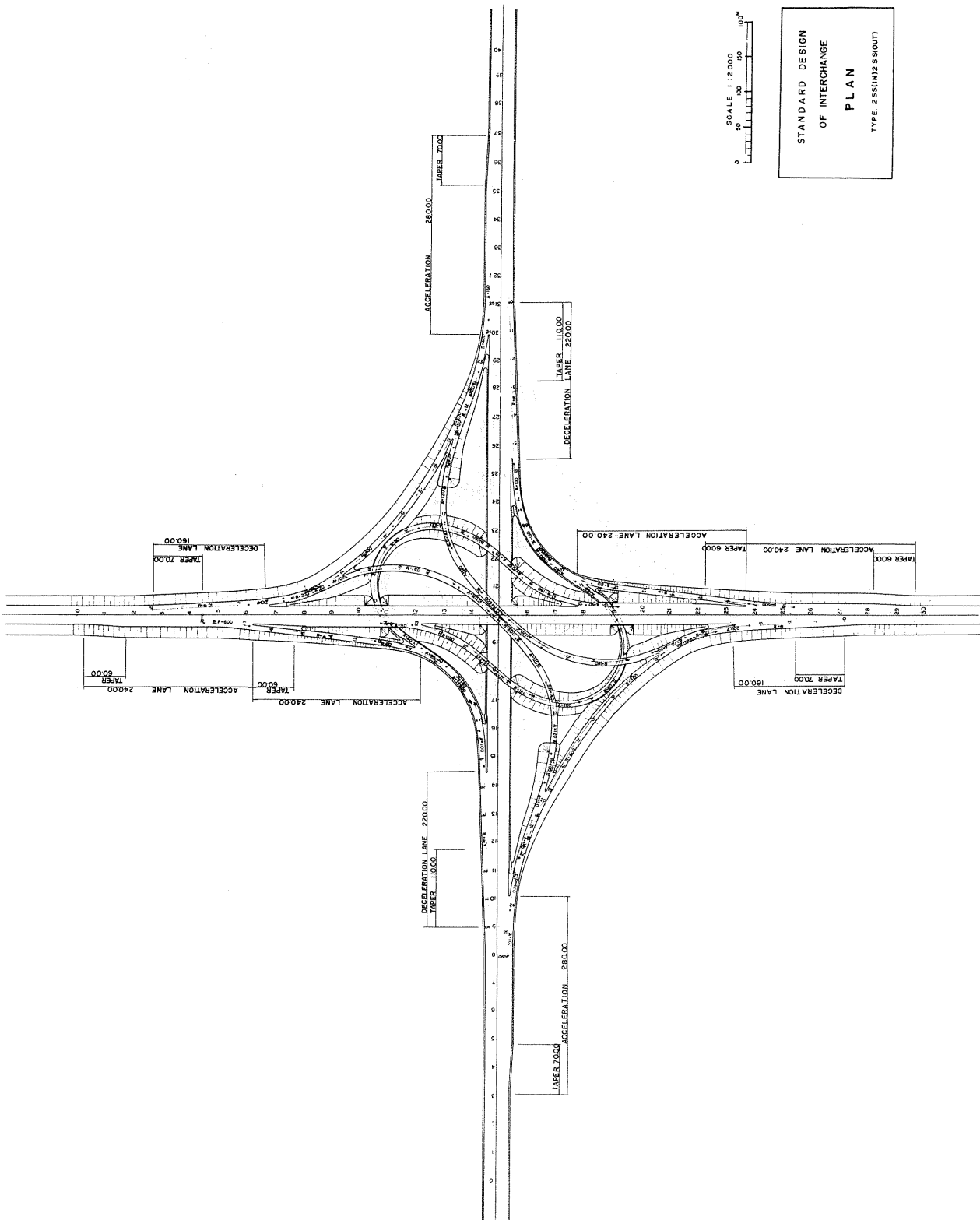
### 縦 断 図

4SS(OUT) (タービン型) .....	339
2SS(IN)2SS(OUT) .....	340
4SS(IN) (4層交差型) .....	341
4L (クローバーリーフ) .....	342
2SS(OUT)2L(CENTER) .....	343
ダブルトランペット .....	344
直結路付不完全クローバー .....	345
不完全クローバー .....	346
トランペット .....	347
ダイヤモンド .....	348

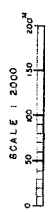
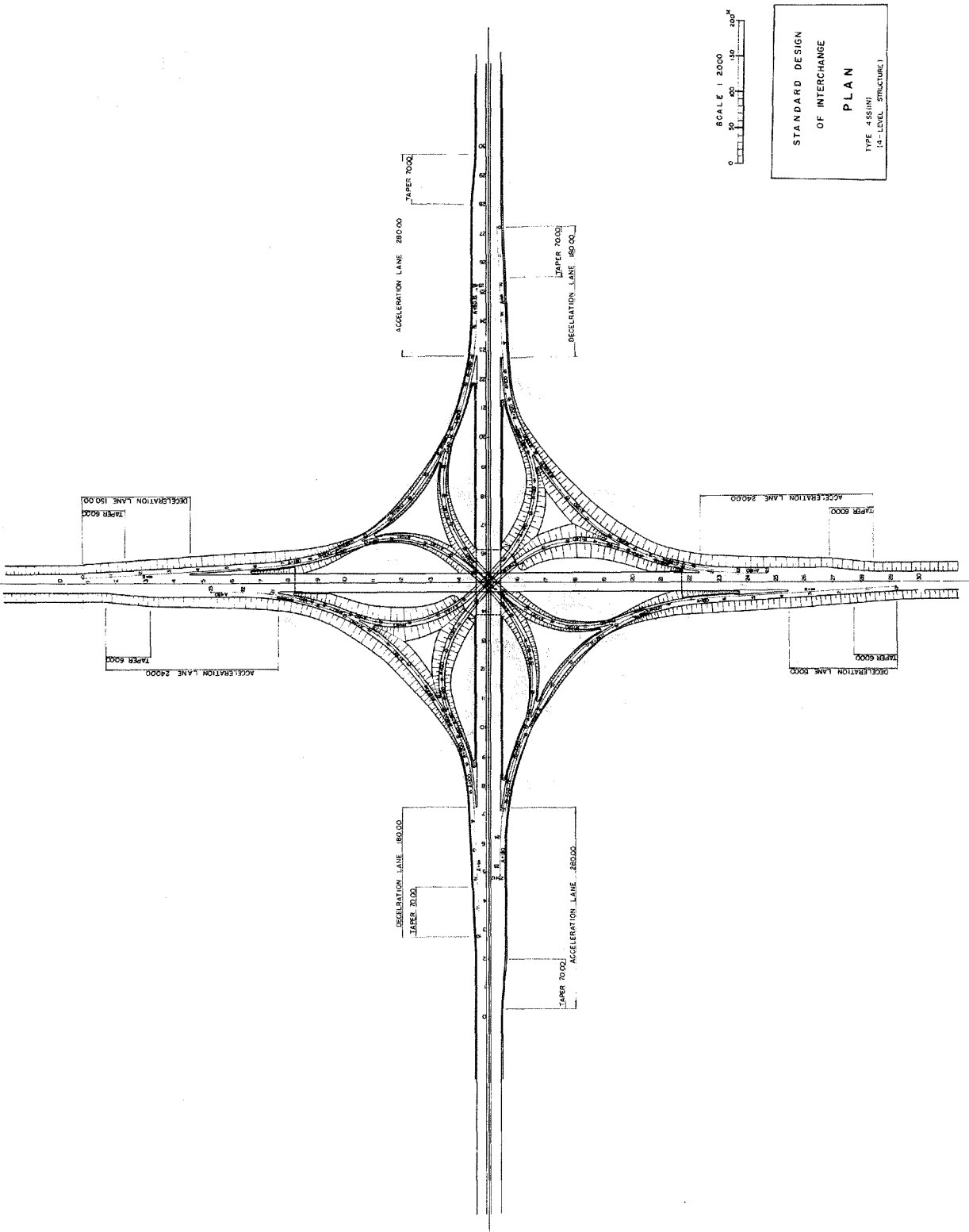




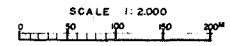
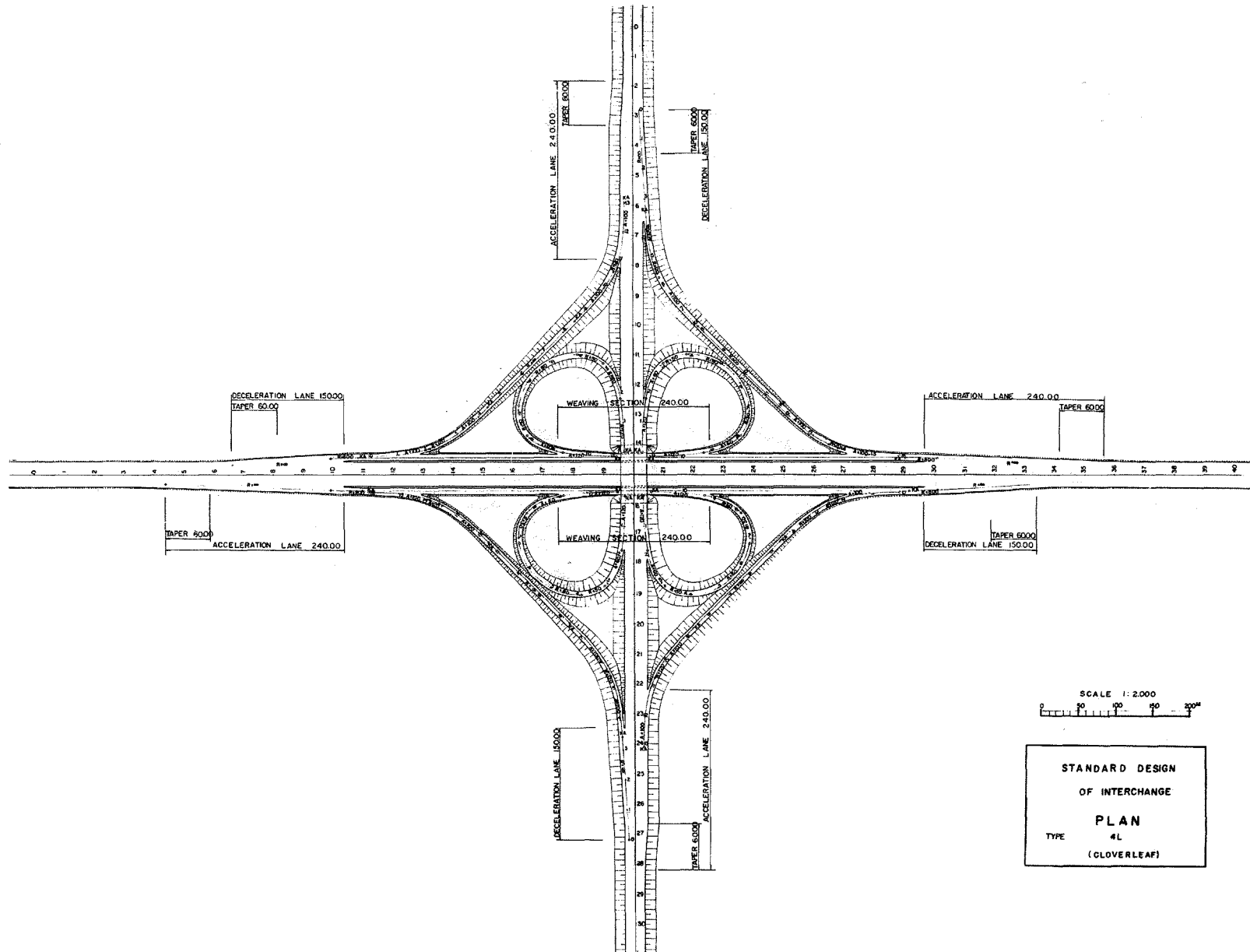
TYPE. 4SS(OUT)  
(TURBINE)



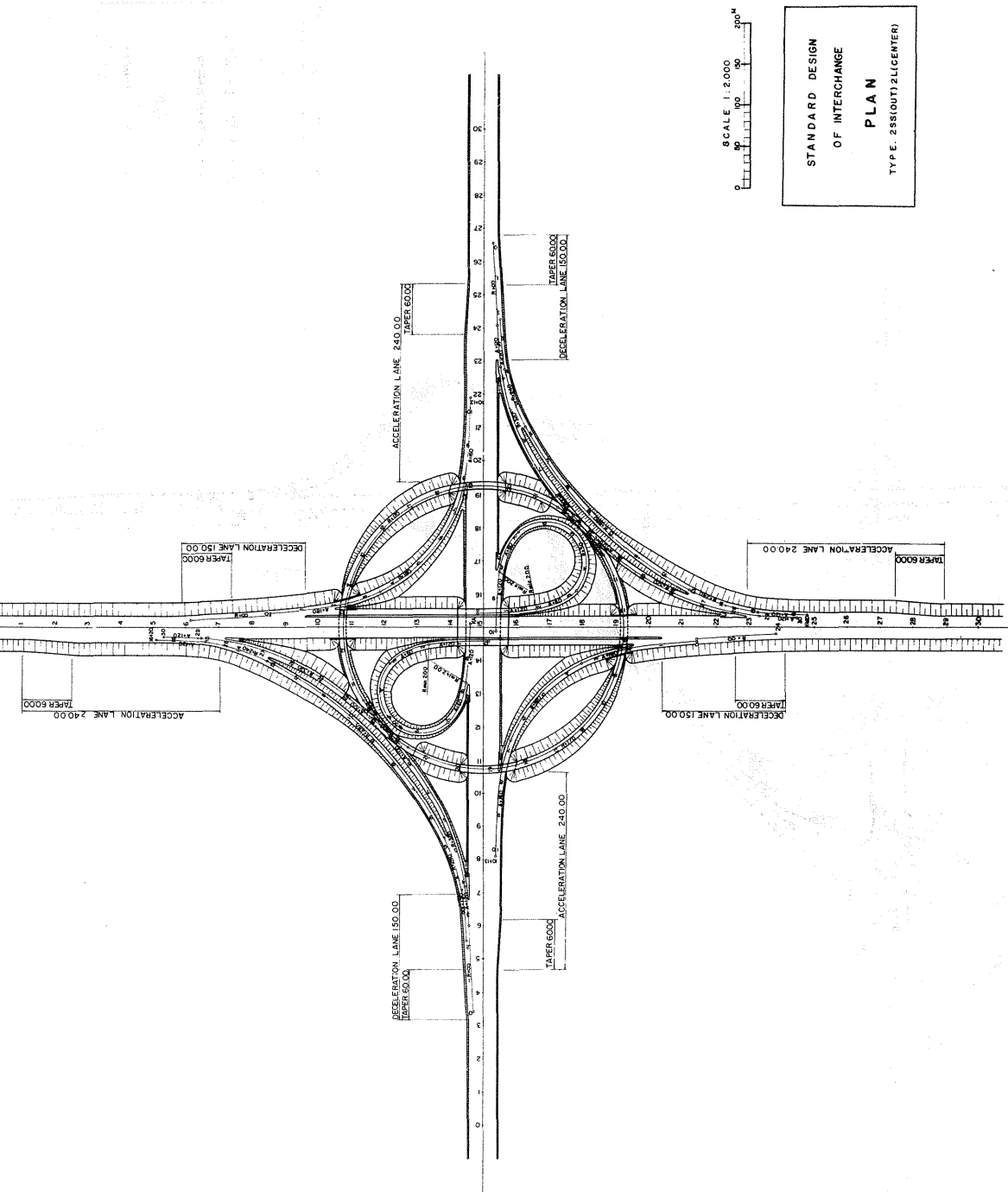
STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
PLAN  
TYPE 2SS(M12 S/OUT)



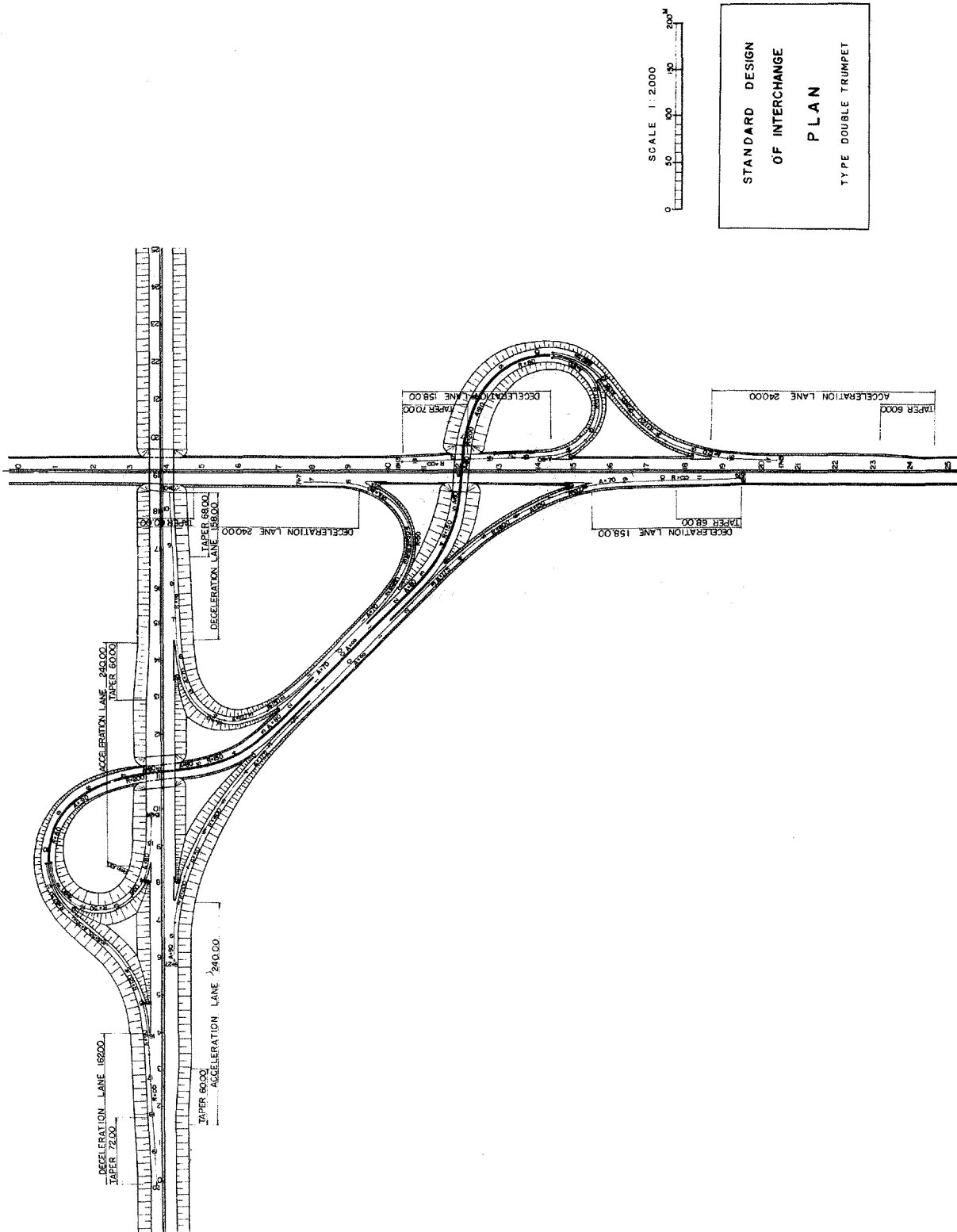
STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
PLAN  
TYPE 455(H)  
(4-LEVEL STRUCTURE)

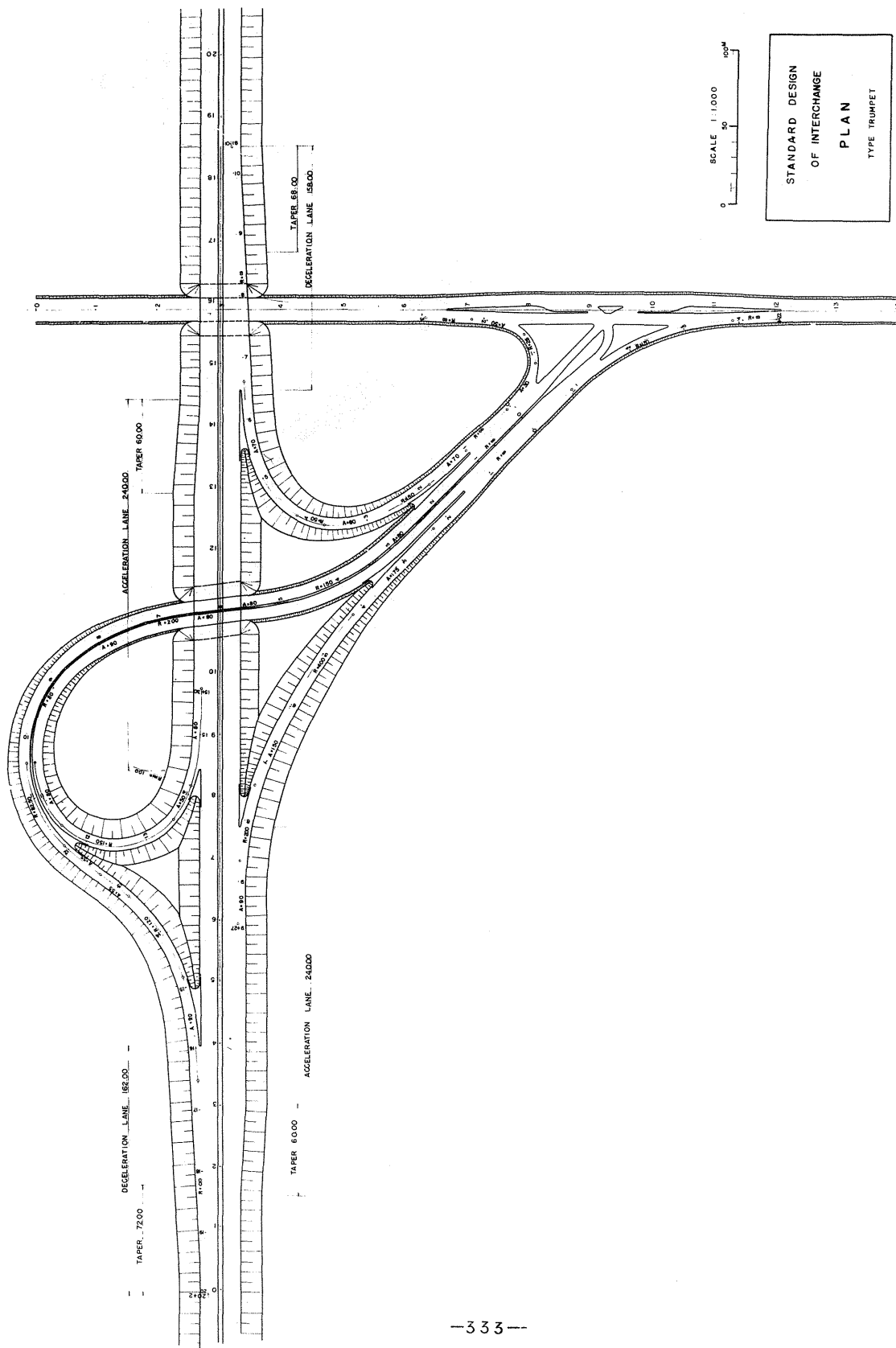


STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
PLAN  
TYPE 4L  
(GLOVERLEAF)

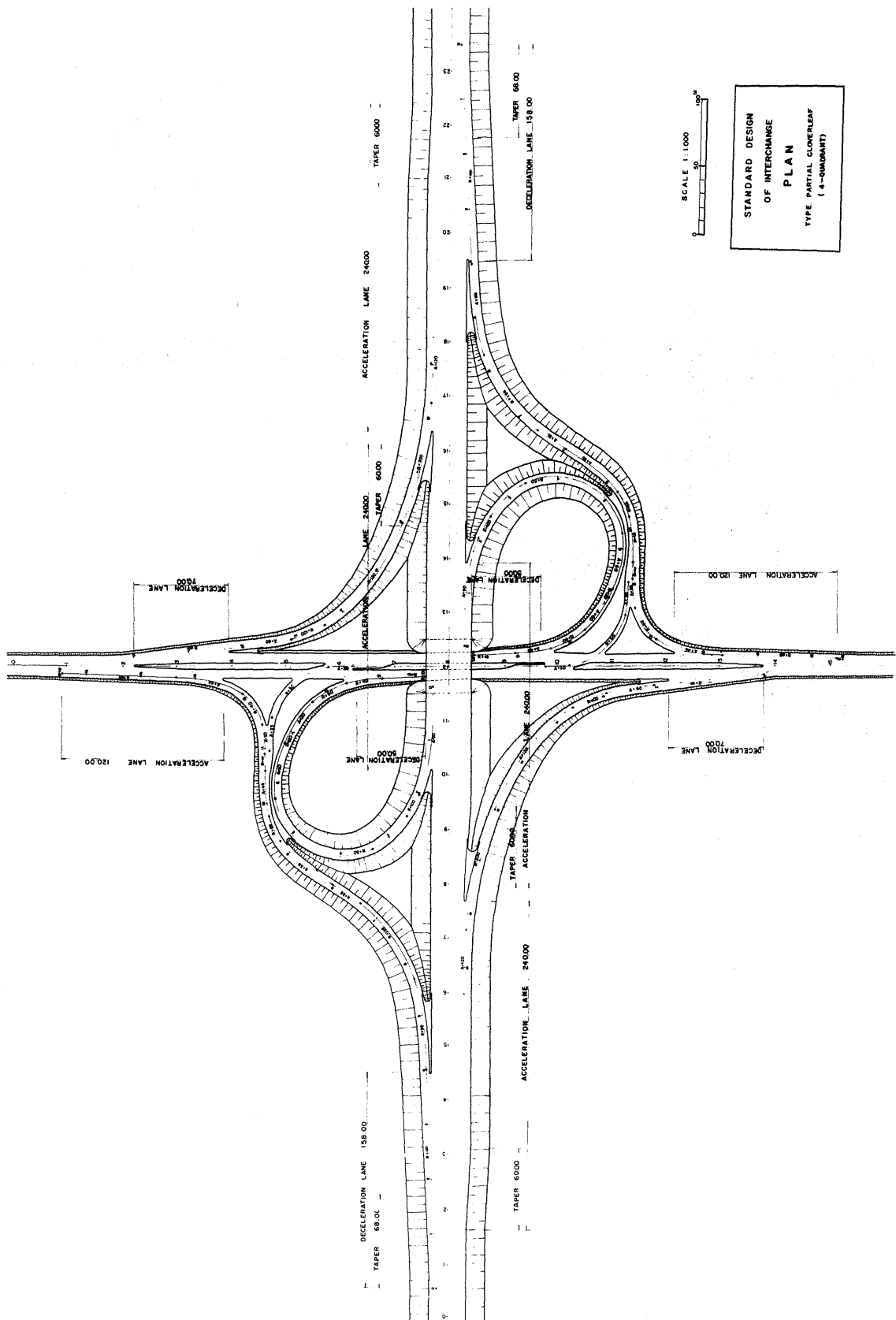


STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
**PLAN**  
TYPE 28S(OUT)2(CENTER)





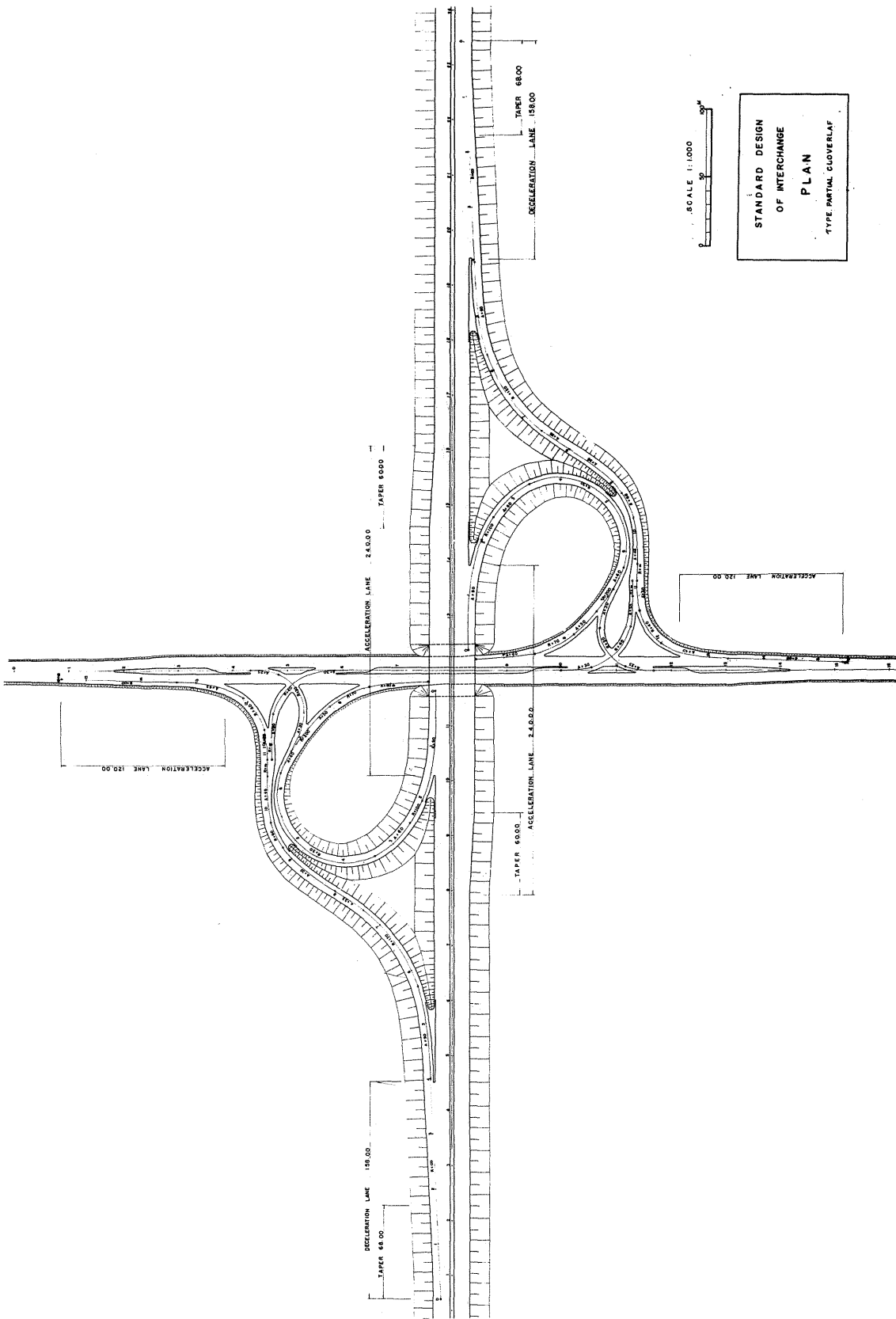
STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
PLAN  
TYPE TRUMPET

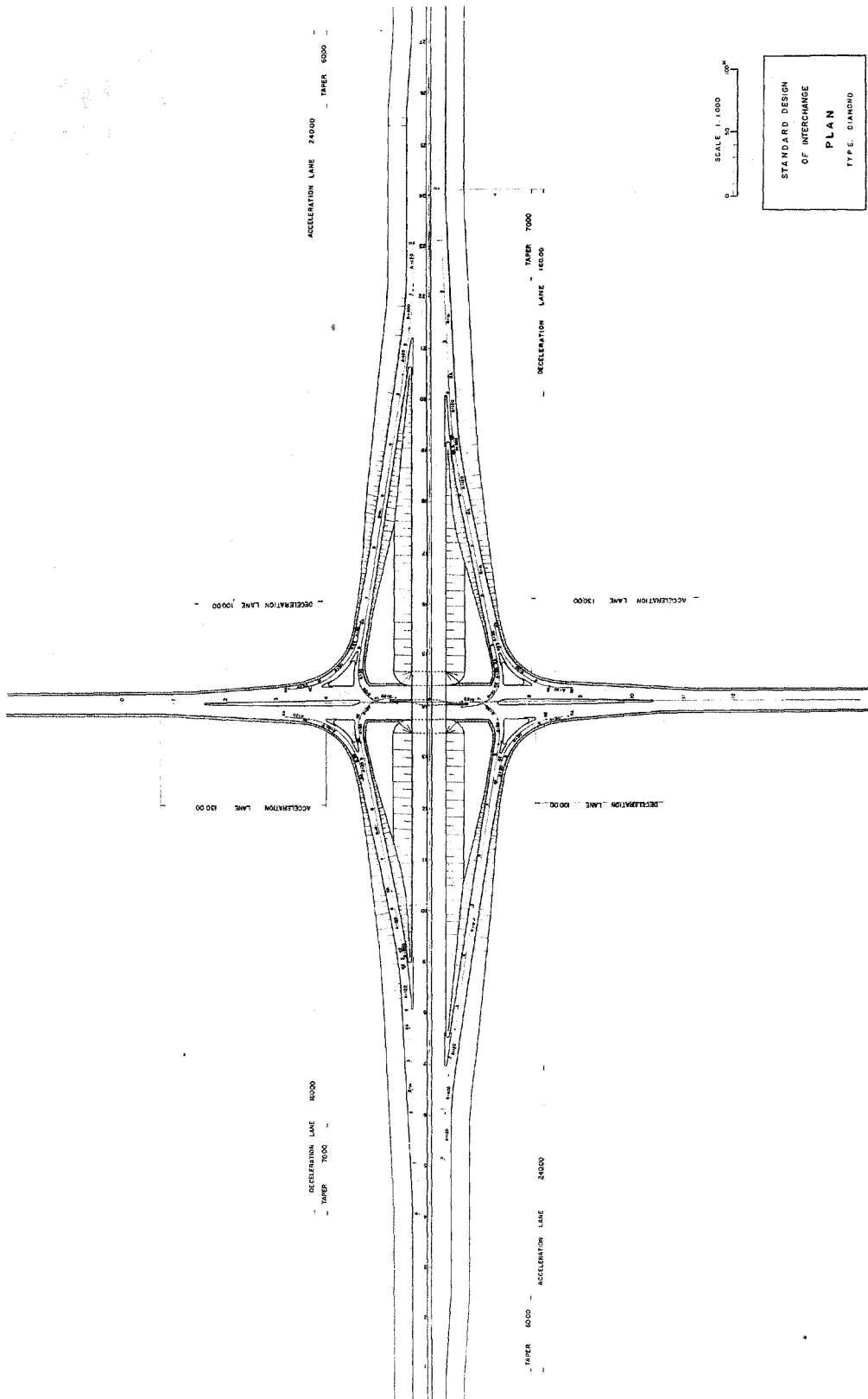


STANDARD DESIGN  
 OF INTERCHANGE  
 PLAN  
 TYPE PARTIAL CLOVERLEAF  
 (4-OVERPASS)

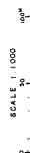
SCALE 1:1000





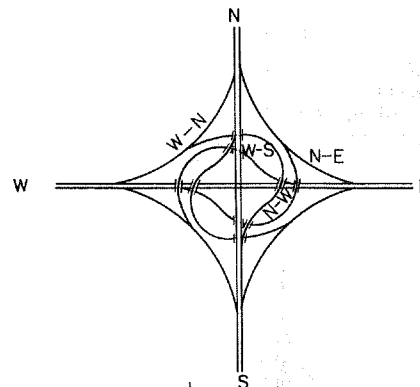
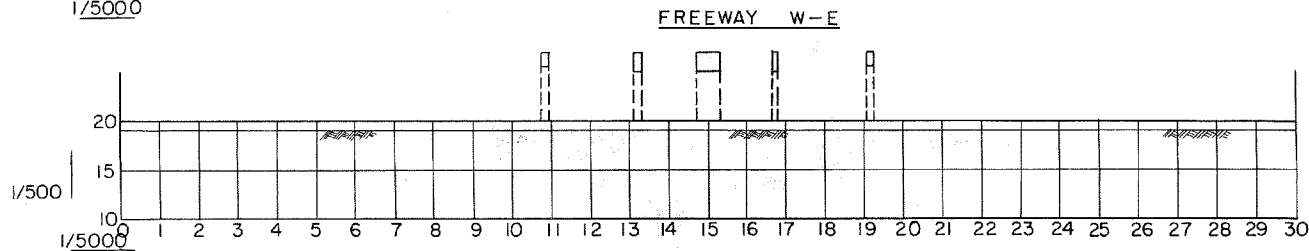
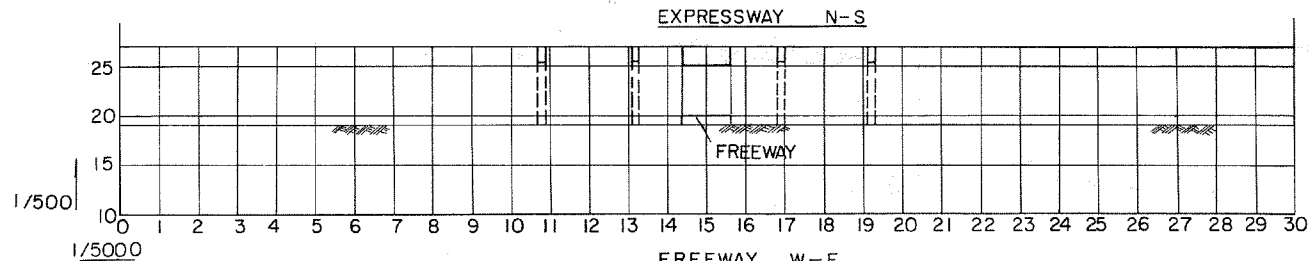
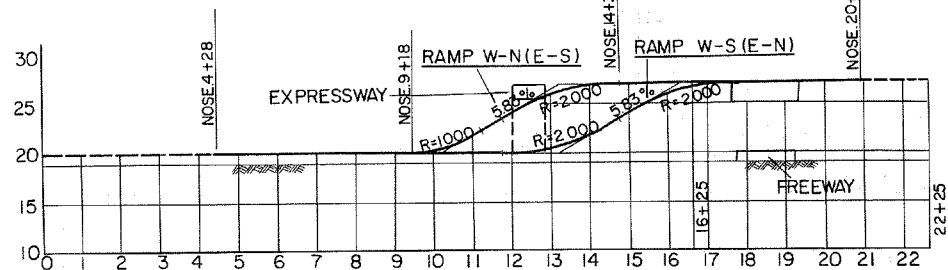
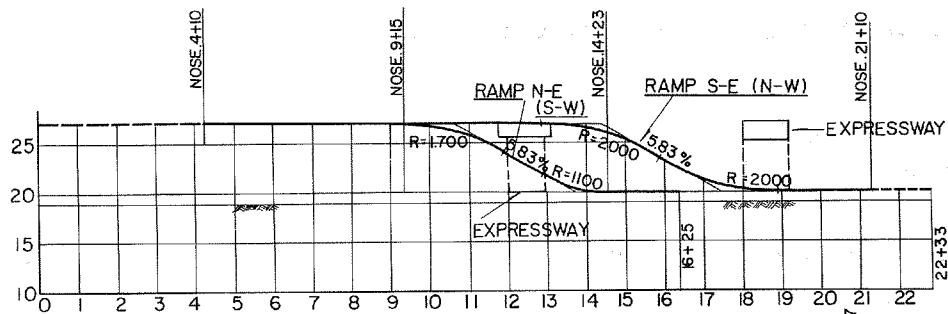






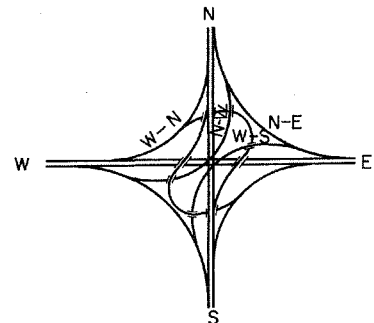
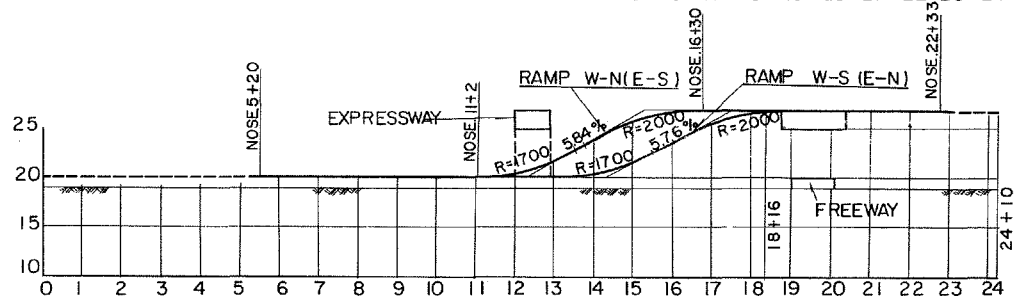
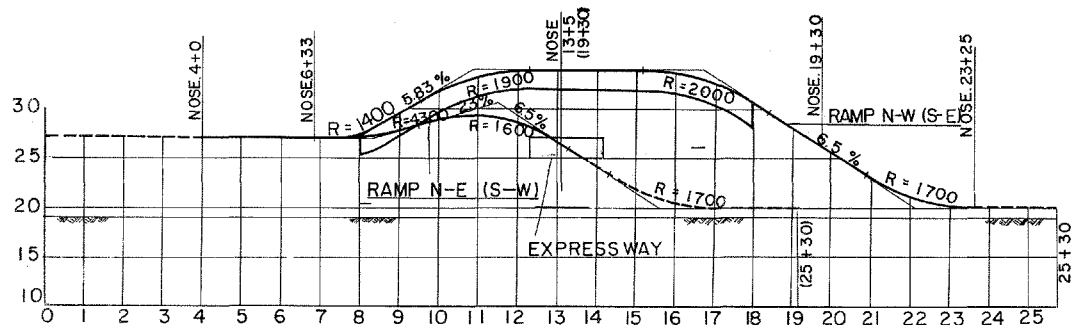
STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
PLAN  
TYPE, DIAMOND  
(TOTAL)

— 639 —



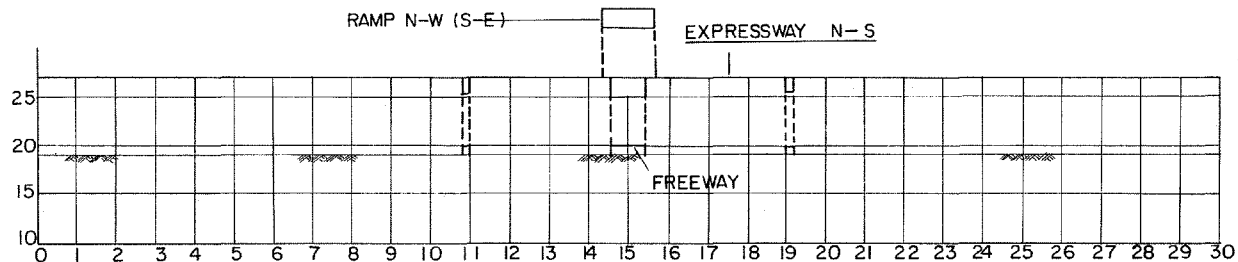
STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
PROFILE  
TYPE 4SS(OUT)  
(TURBINE)  
SCALE H = 1: 5,000  
V = 1: 500

- 340 -

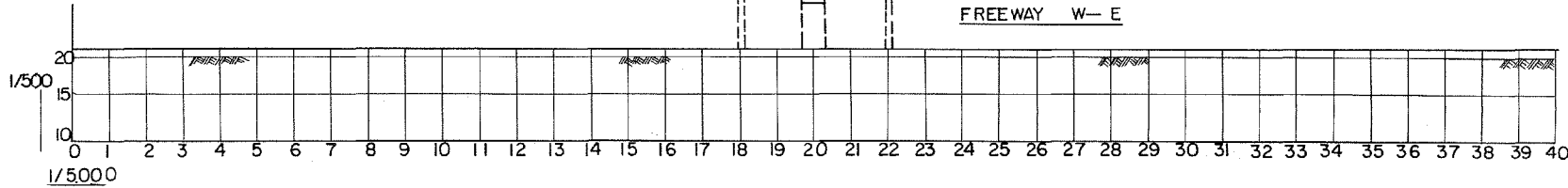


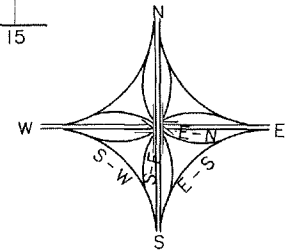
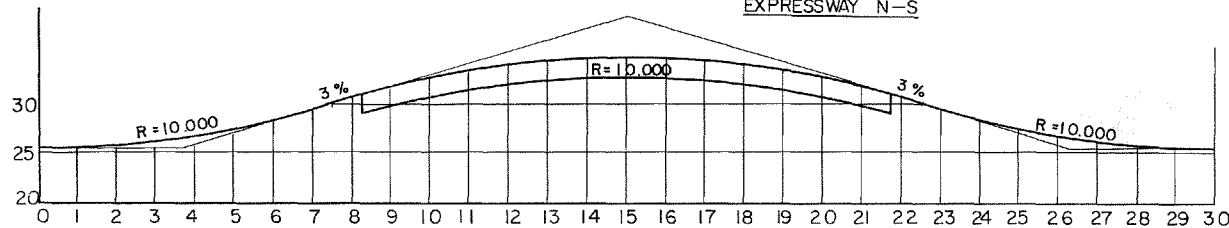
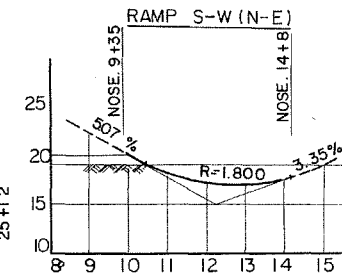
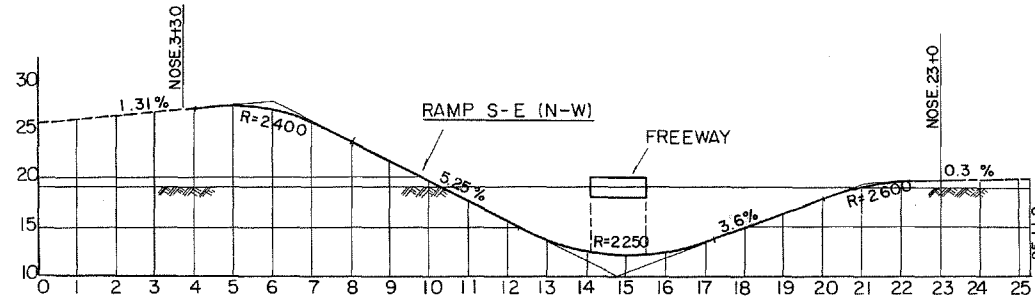
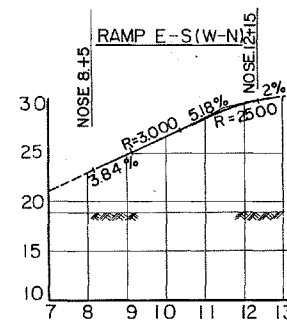
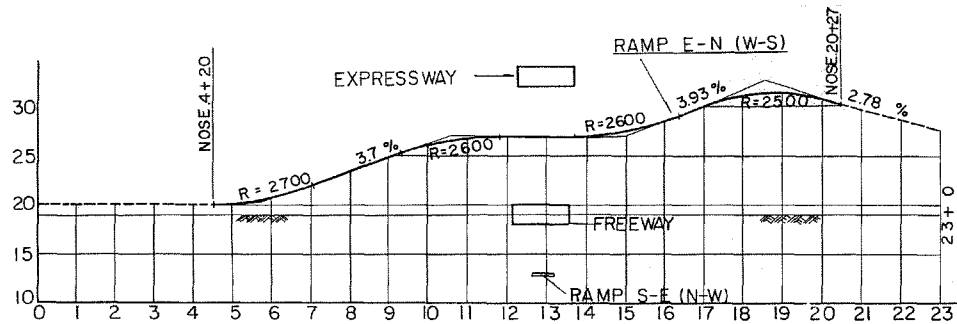
1/500

1/5000

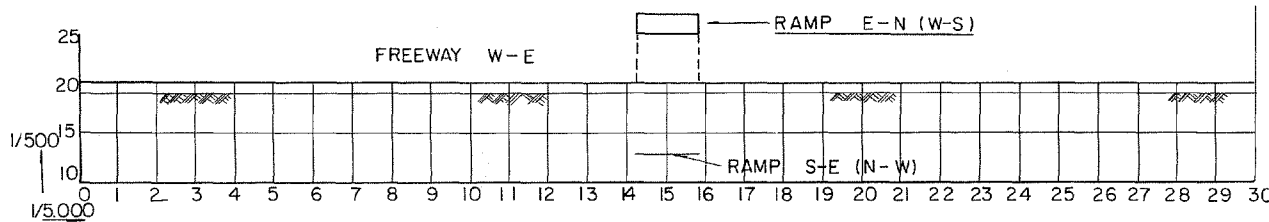


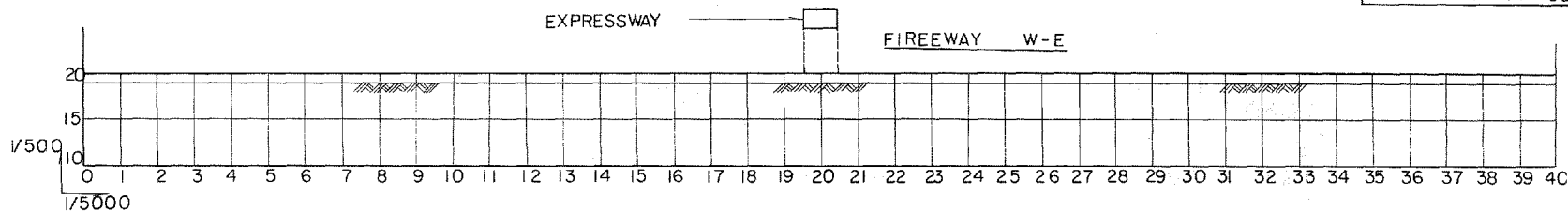
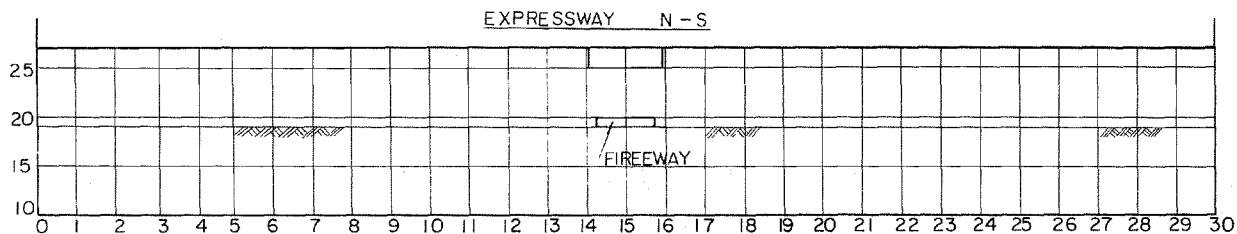
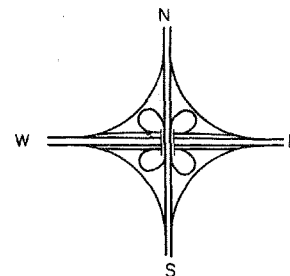
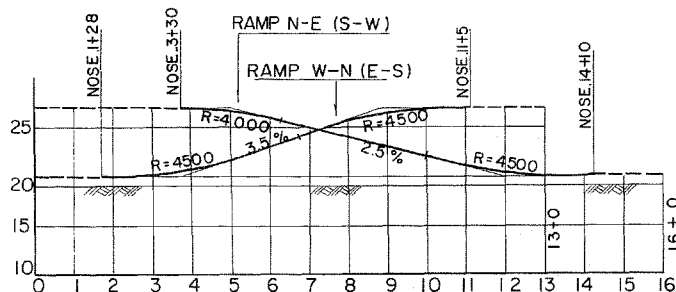
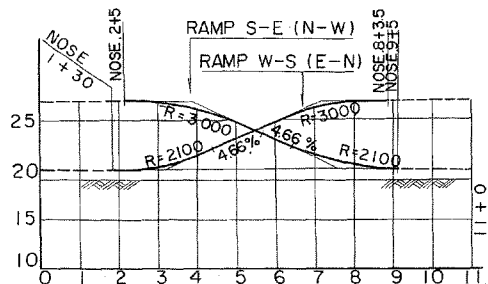
STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
**PROFILE**  
TYPE 2SS(IN)2SS(OUT)  
SCALE H = 1 : 5,000  
V = 1 : 500





STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
**PROFILE**  
TYPE . 4 SS (IN)  
(4-LEVEL STRUCTURE)  
SCALE H = 1:5,000  
V = 1:500





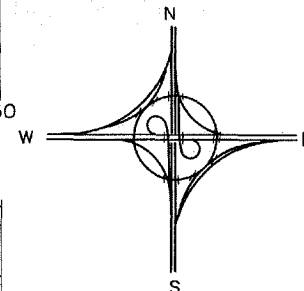
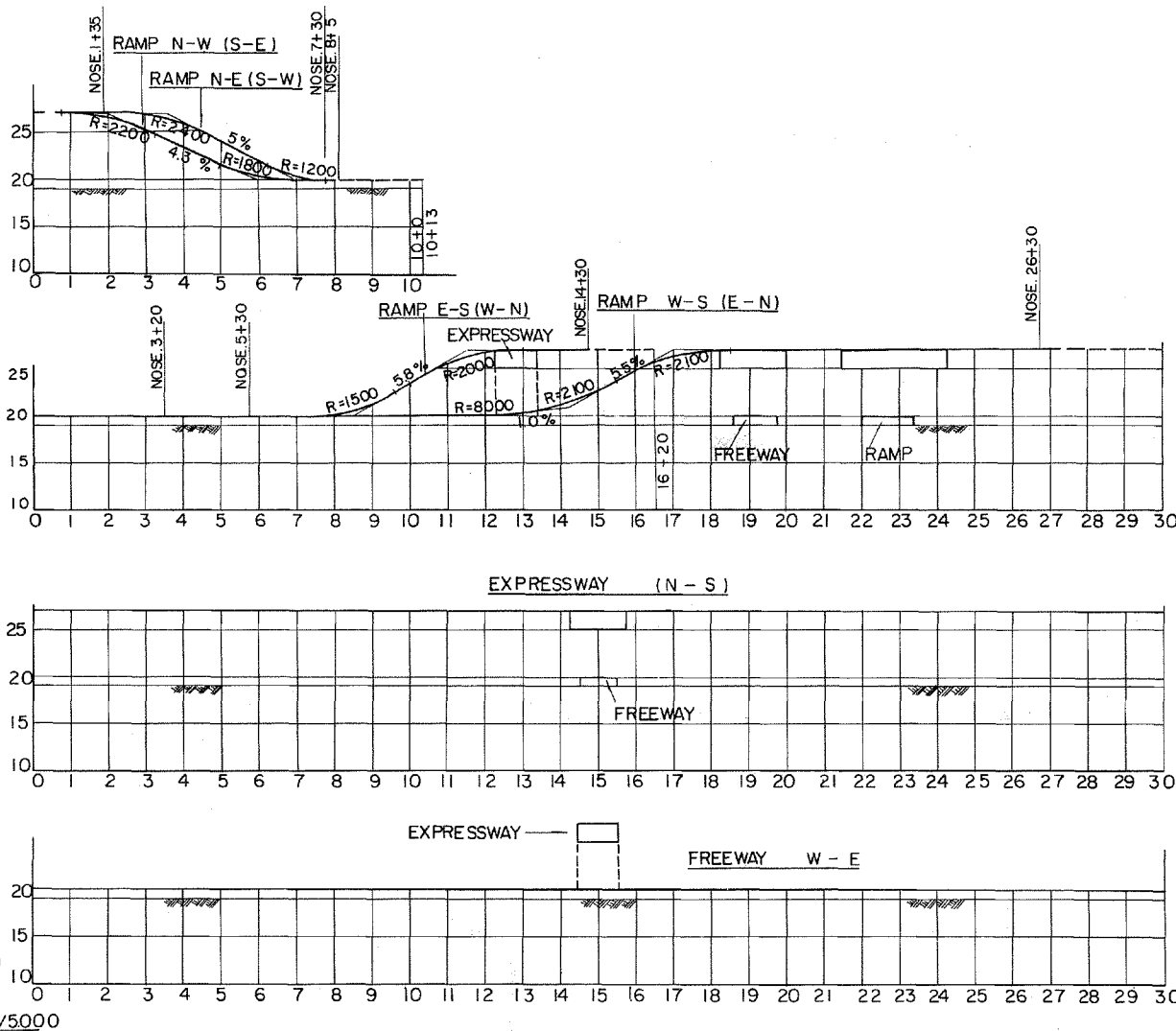
STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANG

**PROFILE**

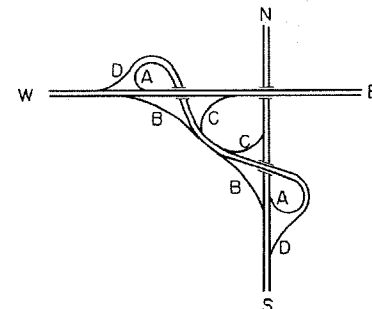
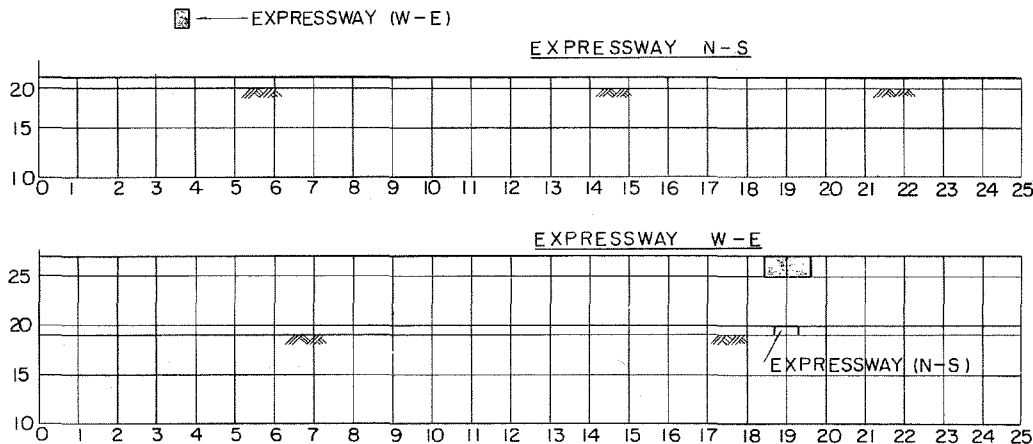
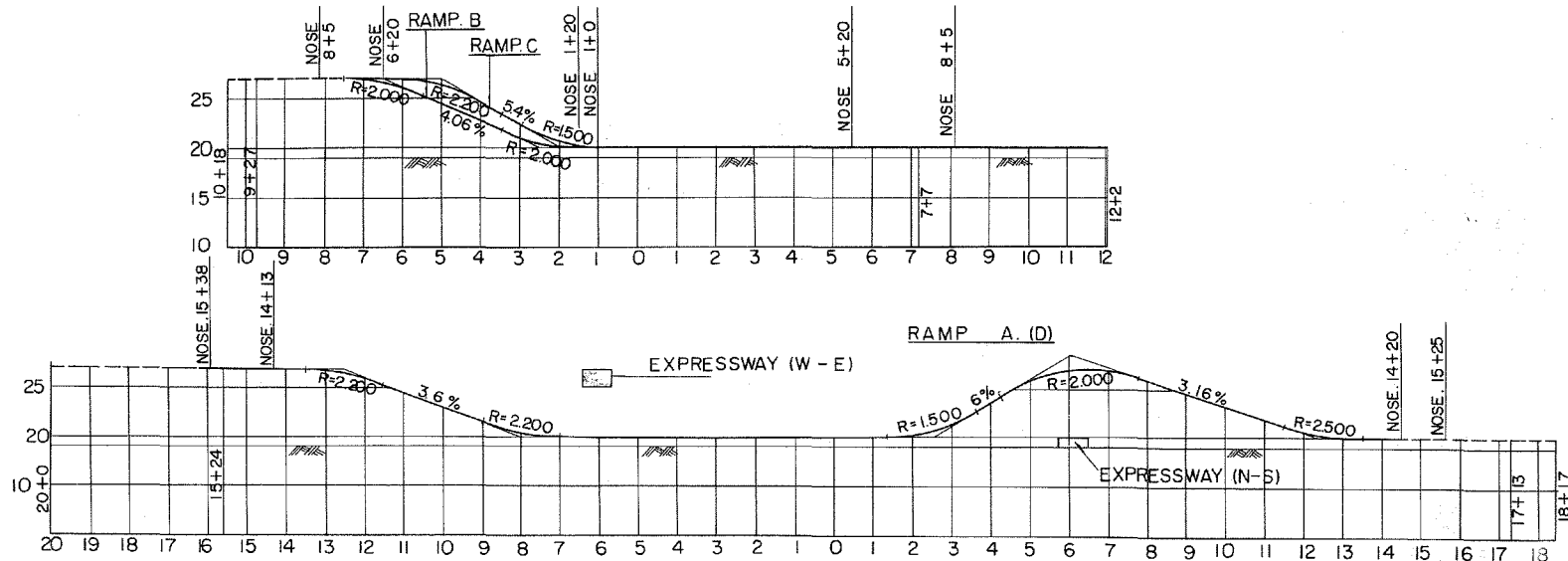
TYPE 4L (CLOVERLEAF)

SCALE H= 1:5,000  
V= 1:500



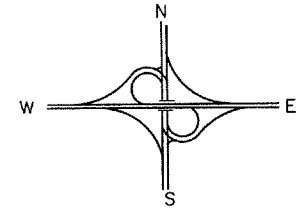
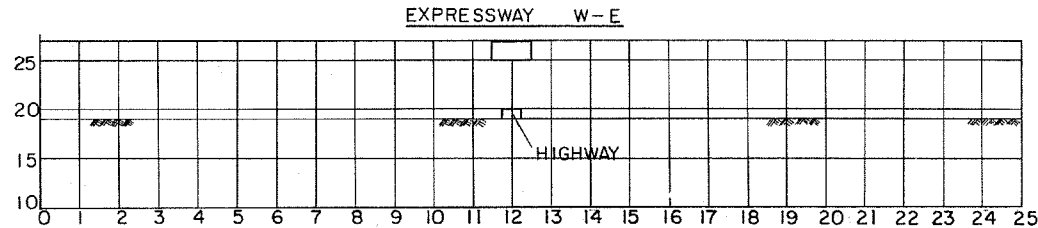
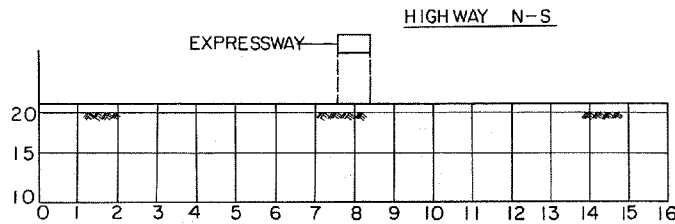
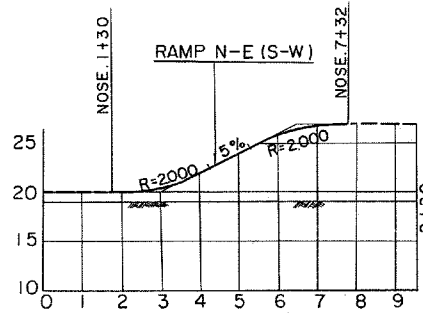
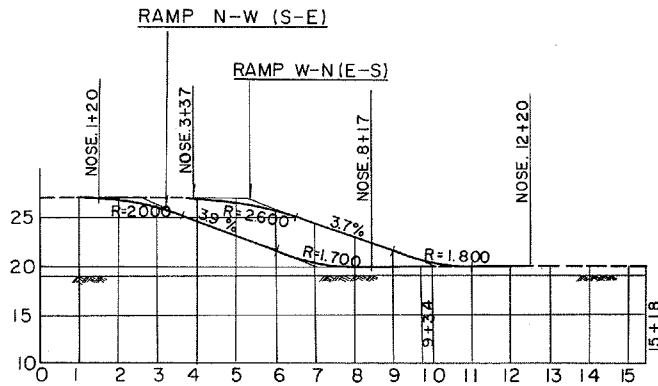


STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
**PROFILE**  
TYPE 2SS(OUT)2L(CE-  
-NTER)  
SCALE H = 1:5,000  
V = 1:500

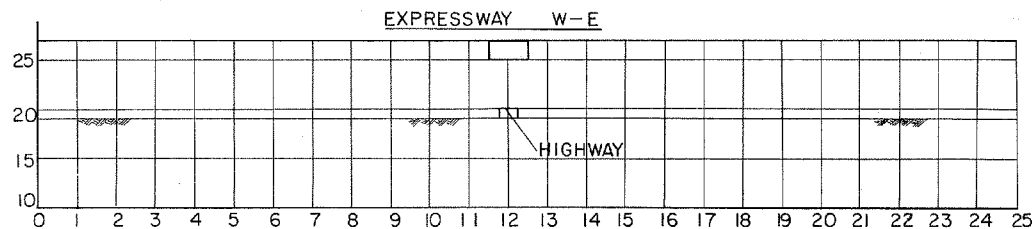
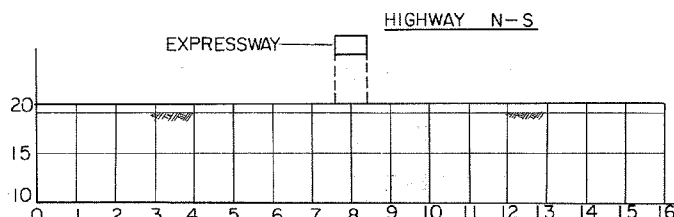
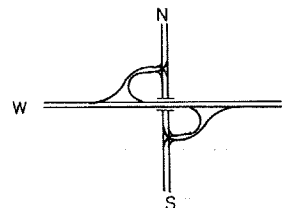
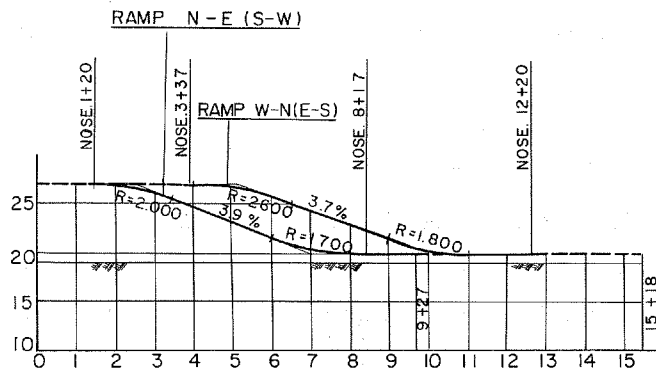


STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
**PROFILE**  
TYPE DOUBLE TRUMPET  
SCALE H = 1:5,000  
V = 1:500

1/500  
1/5000



STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
**PROFILE**  
TYPE PARTIAL CLOVER-  
-LEAF (4-QUADRANT)  
SCALE  $H = 1 : 5000$   
 $V = 1 : 500$



1/500

1/5000

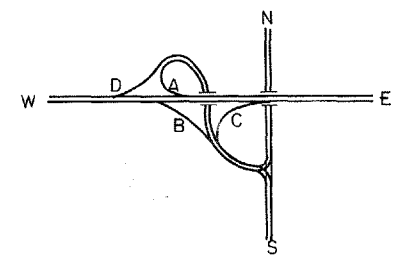
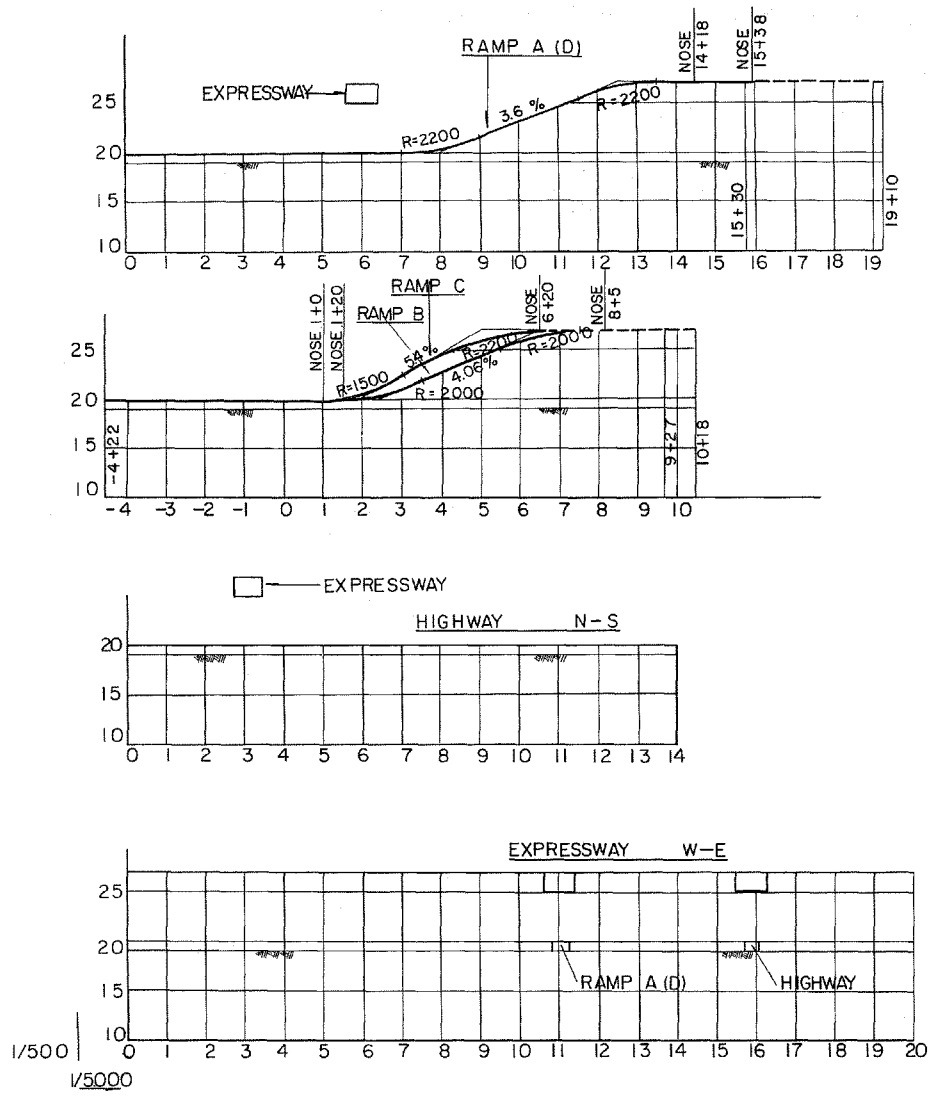
STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE

**PROFILE**

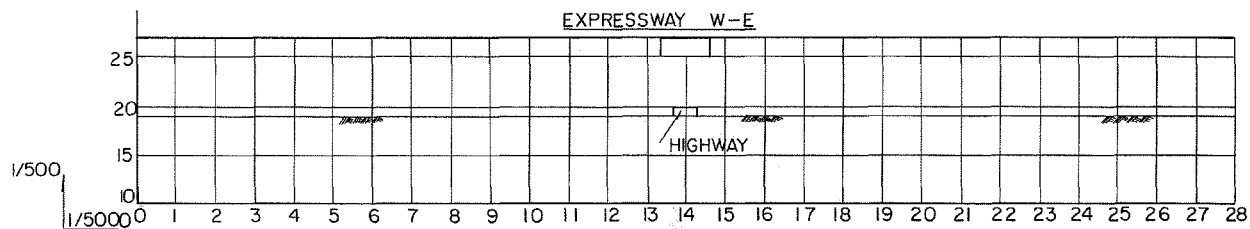
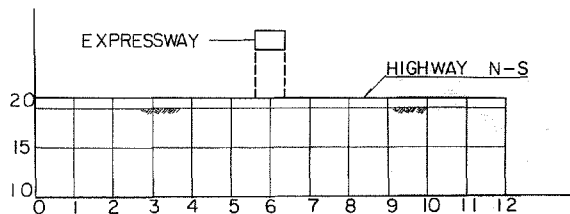
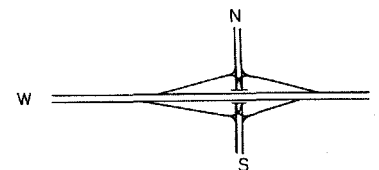
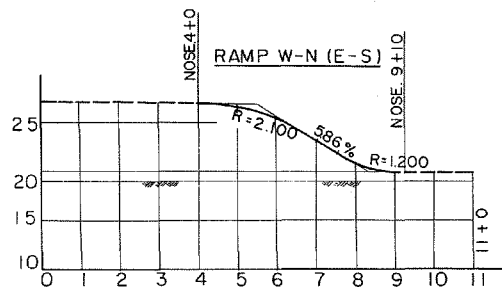
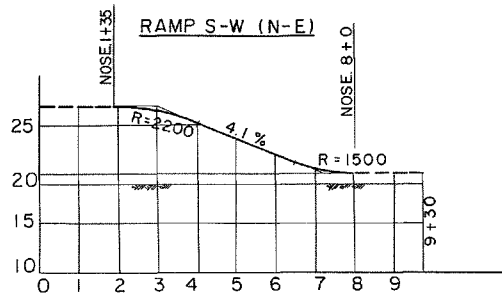
TYPE, PARTIAL CLOVER-  
LEAF

H = 1 : 5000  
SCALE V = 1 : 500

— 347 —



STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE  
**PROFILE**  
TYPE TRUMPET  
SCALE H = 1 : 5,000  
V = 1 : 500



STANDARD DESIGN  
OF INTERCHANGE

PROFILE

TYPE, DIAMOND

SCALE H = 1 : 5,000  
V = 1 : 500